COUSTEAU

ENCICLOPEDIA DEL MAR

13



folio



EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

COUSTEAU

ENCICLOPEDIA DEL MAR

13

Dirección editorial: Julián Viñuales Solé

Asesores científicos: Serge Bertino, Rhodes W.Fairbridge, Antonio Ribera y Vicente Manuel Fernández

Traducción: Vicente Manuel Fernández y Miguel Aymerich

Coordinación editorial: Julián Viñuales Lorenzo

Coordinación técnica: Pilar Mora

Coordinación de producción: Miguel Angel Roig

Diseño cubierta: STV Disseny

Publicado por :
Ediciones Folio, S.A.
Muntaner, 371-373
08021 Barcelona

All rights reserved: Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna ni por ningún medio, ya sea éste electrónico, mecánico, óptico, de grabación magnética o xerografiado, sin la autorización del editor.

© Jacques-Yves Cousteau, The Cousteau Society, Inc.
y Grupo Editorial Fabbri, S.p.A. Milán
© Ediciones Folio, S.A., 27-3-94

De esta obra hubo una edición anterior de doce volúmenes titulada genéricamente *Los Secretos del Mar.*

Distribución exclusiva para España y América:
Editorial Rombo, S.A.

ISBN: 84-7583-506-6 (Volumen 13)
84-7583-530-9 (Obra completa)

Impresión: Gráficas Estella

Depósito Legal: NA. 1304-1993
Printed in Spain

COUSTEAU

ENCICLOPEDIA DEL MAR

13

folio

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

SUMARIO

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor


http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

Ballenas y rorcuales



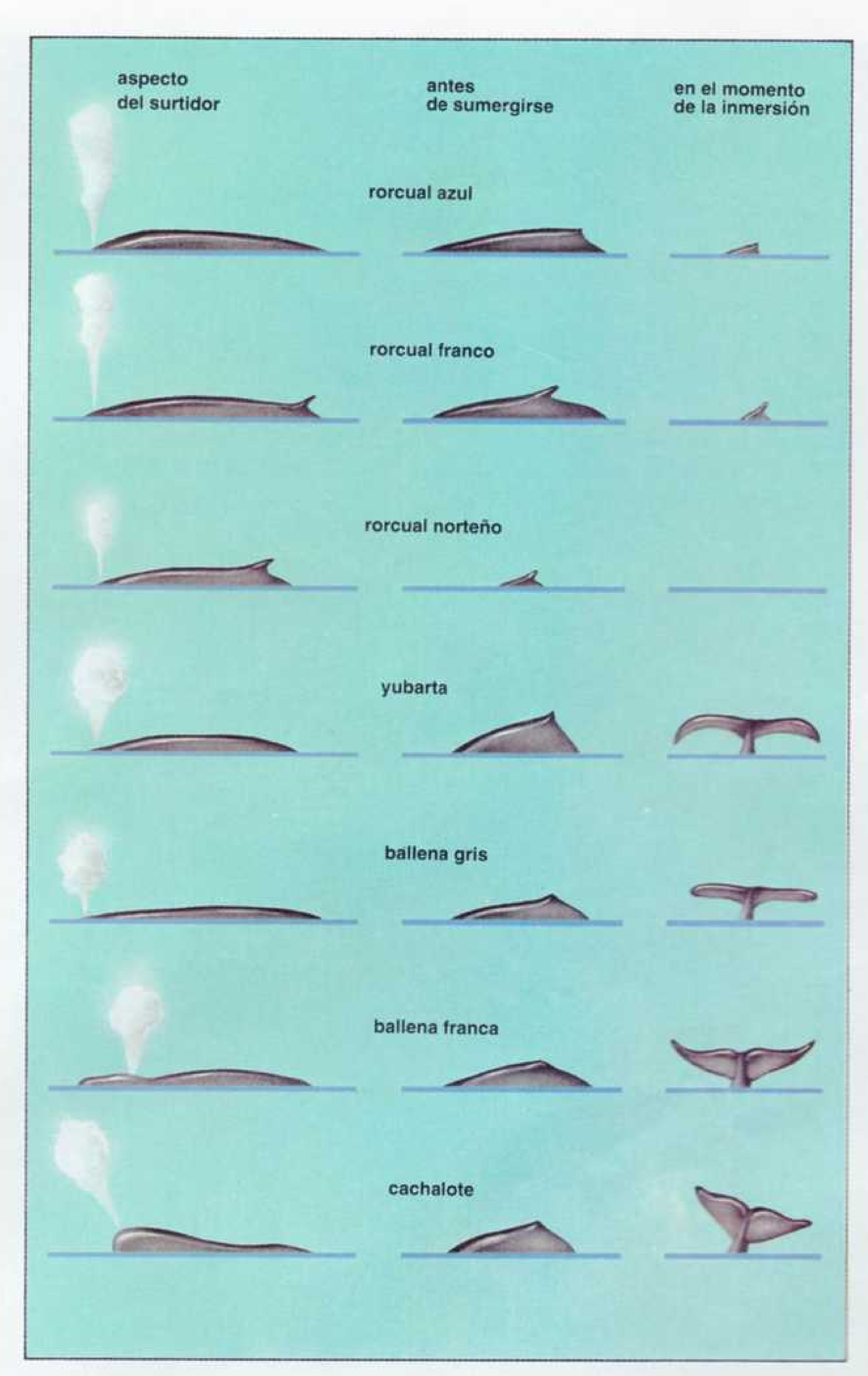
Los cetáceos misticetos

Los cetáceos son los mamíferos mejor adaptados a la vida acuática. Este orden de animales comprende formas que la evolución ha conducido progresivamente hacia una especie de perfección hidrodinámica. Su morfología general recuerda a la de los peces: su cuerpo es fusiforme, alargado, sin asperezas. Su cola está comprimida lateralmente, al contrario que la de los peces, que lo está en el sentido vertical. Los movimientos de natación de los cetáceos se realizan asimismo en el plano vertical, mientras que los de los peces son series de ondas laterales.

El gigante de los cetáceos, el rorcual azul, es también el mayor animal que haya existido jamás sobre la Tierra. Es mucho más macizo y como unas tres veces más pesado que el mayor de los dinosaurios de la era Secundaria (el braquinosaurio).

Todavía nos interrogamos acerca de los lejanos antepasados de los cetáceos. Algunos paleontólogos han emitido la hipótesis de un origen doble; cada uno de ellos habría dado uno de los dos subórde-



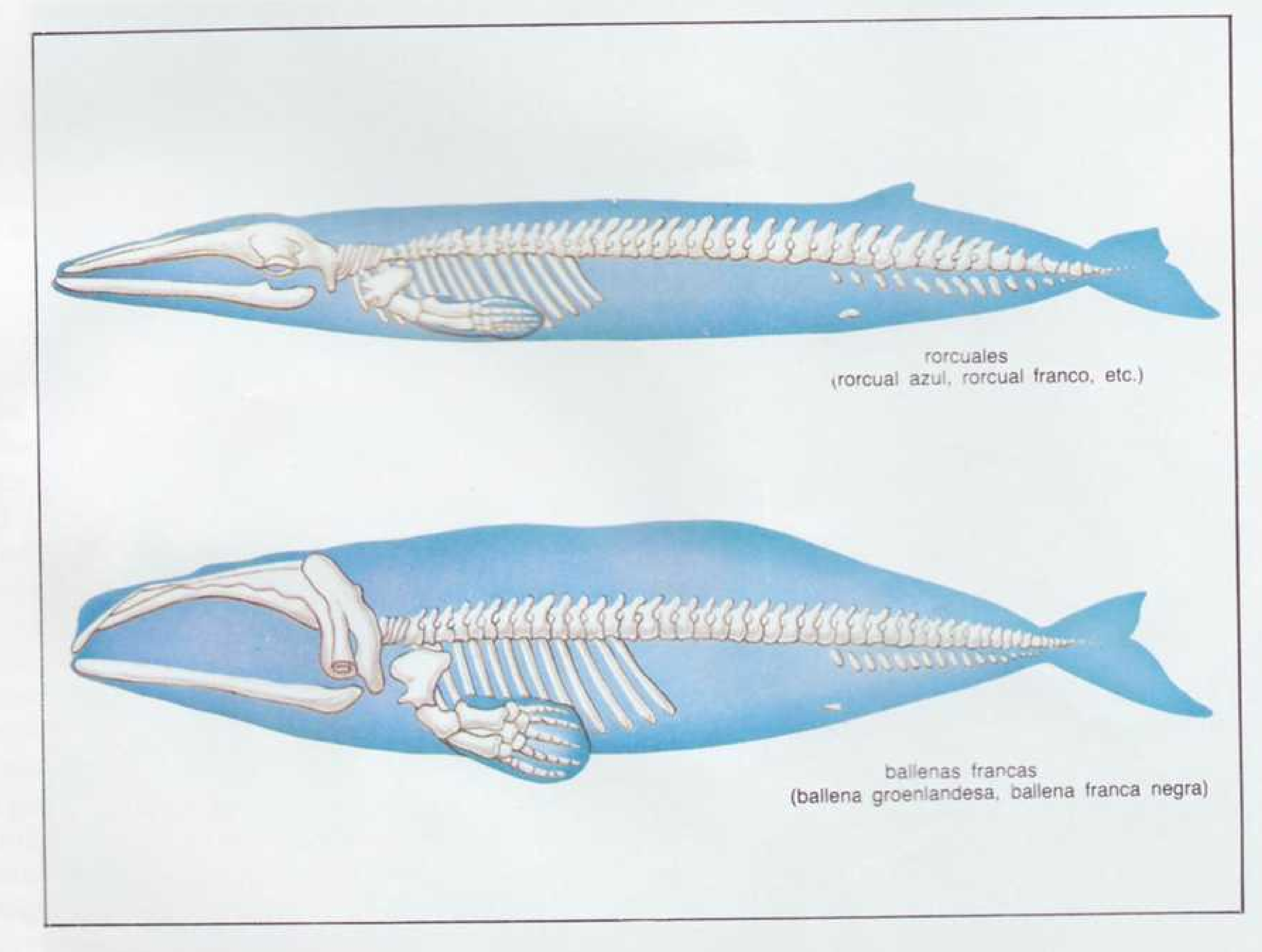


El surtidor de los cetáceos. *Los cetáceos realizan profundas inmersiones. Disponen para llevarlas a cabo de un perfeccionado conjunto de adaptaciones anatómicas y fisiológicas: durante sus movimientos respiratorios renuevan el 90 por 100 de su aire pulmonar (frente al 10 por 100 en los mamíferos terrestres). Poseen durante la inmersión reservas de oxígeno en sus redes admirables y en las moléculas de mioglobina de sus músculos. Cuando llegan a la superficie al finalizar una inmersión producen un gran surtidor de dióxido de carbono, de agua y de partículas mucilaginosas. Este surtidor es característico de cada especie y se reconoce fácilmente en el mar (esquema de la derecha). Página anterior, arriba: los orificios respiratorios abiertos de una ballena franca negra; abajo: los de un rorcual franco. Aquí debajo: el surtidor del rorcual franco es muy potente y llega a alcanzar cinco o seis metros de altura.*

nes actuales del grupo: el de los cetáceos con dientes, u odontocetos, y el de los cetáceos con barbas, o misticetos. Pero la mayoría de los científicos se inclinan por un único origen: todos los cetáceos descenderían de un grupo de insectívoros primitivos, que se parecerían probablemente a los osos hormigueros. Además, los cetáceos con barbas tienen dientes embrionarios, que pierden al nacer. Las barbas caracterizan a los misticetos. Son láminas córneas que cuelgan de su mandíbula superior y que están provistas de filamentos. Desempeñan el papel de filtros. Cuando la ballena quiere comer, ingiere una gran bocanada de agua en la que pululan los organismos planctónicos. Expulsa esta agua con su enorme lengua a través de sus barbas, y los filamentos recogen el plancton, que es tragado posteriormente. Las barbas tienen varios tamaños, según las diferentes especies: pueden sobrepasar los cinco metros de longitud en las ballenas francas.

Tanto en los misticetos como en los odontocetos, las narinas están colocadas en la parte superior de la cabeza, en posición casi dorsal, y son llamadas orificios respiratorios. En los primeros, los dos orificios son aún funcionales; mientras que en los segundos, a veces sólo lo es uno (en especial en los cachalotes).

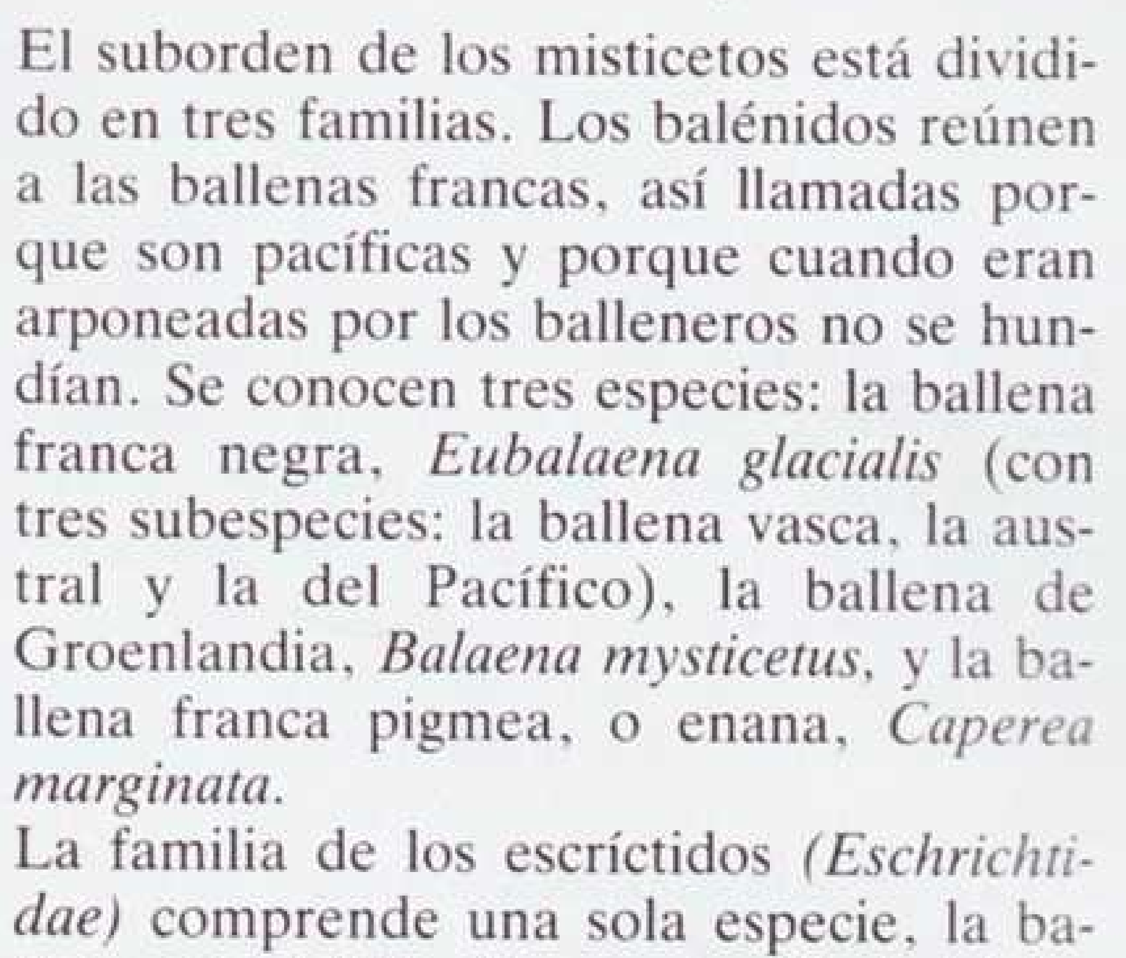
Las dimensiones de los cetáceos misticetos varían (en estado adulto) desde unos seis metros, en la ballena franca pigmea, a más de 38 metros en el rorcual azul. La primera pesa alrededor de tres toneladas, mientras que el récord del segundo es de 165 toneladas. La longitud de las ballenas groenlandesas es del orden de 18 a 22


rorcuales
(rorcual azul, rorcual franco, etc.)

ballenas francas
(ballena groenlandesa, ballena franca negra)

metros, y su peso, de 40 a 50 toneladas. El rorcual franco, o común, alcanza 25 metros y 60 toneladas, y el rorcual norteño, 18 metros y 30 toneladas.

Los autores antiguos han descrito a las ballenas como animales lentos y más bien tontos. Esta descripción se ajusta parcialmente a las ballenas francas, que son, en efecto, lentas, pero cuya única estupidez es dejarse arponear demasiado fácilmente por los hombres. Los rorcuales nadan muy rápidamente (más de 60 kilómetros por hora en velocidad de huida): los hombres no pudieron cazarlos antes de disponer de cañones lanzaarpones. Esto se hizo a partir de 1868. En esta época, las ballenas francas atlánticas (cazadas desde el siglo IX por los vascos, y perseguidas hasta el océano glacial) estaban ya bastante explotadas e iban escaseando. En la década de 1930 se llegaron a matar 30.000 rorcuales azules por año: esta especie vio cómo sus efectivos descendían brutalmente, así como los de la yubarta, o ballena xibarte.



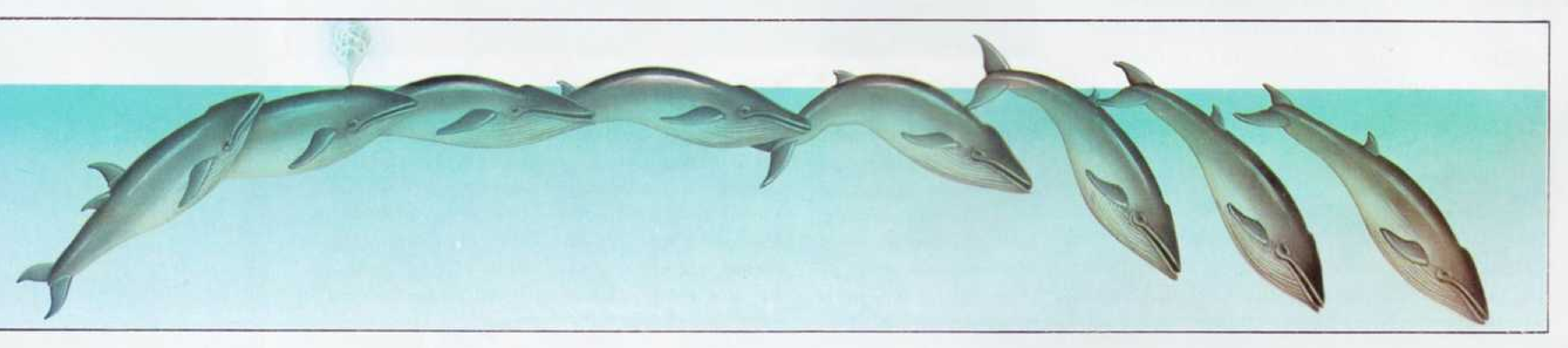
El suborden de los misticetos está dividido en tres familias. Los balénidos reúnen a las ballenas francas, así llamadas porque son pacíficas y porque cuando eran arponeadas por los balleneros no se hundían. Se conocen tres especies: la ballena franca negra, *Eubalaena glacialis* (con tres subespecies: la ballena vasca, la austral y la del Pacífico), la ballena de Groenlandia, *Balaena mysticetus*, y la ballena franca pigmea, o enana, *Caperea marginata*.

La familia de los escríctidos *(Eschrichtidae)* comprende una sola especie, la ballena gris del Pacífico norte *(Eschrichtius robustus)*.

La familia de los balenoptéridos incluye animales que se caracterizan por sus surcos ventrales: el rorcual azul *(Balaenoptera musculus)*; el rorcual franco, o común *(B. physalus)*; el rorcual norteño o rorcual de Rudolph *(B. borealis)*; el rorcual aliblanco, o menor *(B. acutorostrata)*; el rorcual de Bryde *(B. edeni)*, y, por último, la yubarta, o ballena xibarte *(Megaptera novaeangliae)*.



Cuando la ballena se sumerge. *Los cetáceos tienen un cuerpo hidrodinámico que les permite alcanzar buenas marcas de natación y de inmersión (el dibujo de la página de la izquierda muestra los dos principales grupos de misticetos). La sucesión de posturas de una ballena que sube a respirar y que se sumerge nuevamente está representada en el esquema inferior. Fotografía de la página de la izquierda: la típica aleta dorsal arqueada de una ballena xibarte, o yubarta. Aquí, a la izquierda, la cola del mismo animal. Sobre estas líneas, la fotografía muestra la cabeza inclinada de un rorcual franco que descansa en superficie.*



La vida en familia

Los cetáceos misticetos son animales sociales, pero se desplazan en grupos menos numerosos que los odontocetos. Viven en pequeñas unidades familiares. En la época en la que las ballenas eran aún abundantes, antes de que el hombre las exterminara con una ferocidad implacable, ocurría que los marineros se encontraban con enormes rebaños de ballenas francas, con varios centenares de individuos. Asimismo, algunas bitácoras señalaban, hasta el principio del siglo XIX, concentraciones de más de 100 ó 200 yubartas en sus cuarteles de verano. En la actualidad, todas estas especies están, desgraciadamente, representadas por tan sólo unas cuantas decenas de ejemplares desperdigados por los océanos.

Por lo que se observa en los rebaños de rorcuales aliblancos, parece que las ballenas con barbas excluyen temporalmente a los machos jóvenes. Estos se unen en manadas, y en cuanto pueden intentan conquistar un grupo de hembras, con las que tendrán ocasión de transmitir su patrimonio genético.

La vida social posee gran importancia en todos los cetáceos. Un individuo aislado enferma literalmente de desesperación. Las ballenas se comunican entre sí mediante sonidos, aunque a menor escala que los odontocetos. Emiten una serie de ondas que les permiten orientarse en el agua mediante ecolocación (interpretando el eco de estas ondas sobre los obstáculos del medio) y que, por otra parte, les sirven para «hablar». Se ha escrito mucho acerca de este lenguaje. Algunos cetólogos niegan que las ballenas intercambien realmente información cuando emiten estos extraños y rítmicos sonidos, que podemos grabar fácilmente sumergiendo micrófonos. Pero la mayoría de los especialistas están de acuerdo en afirmar que es una verdadera forma de comunicación. Todas las especies de ballenas con barbas no hacen grandes «discursos». Algunas se conforman con gruñidos o tintineos aislados. Pero otras dan verdaderos conciertos subacuáticos y se contestan, etc. Los más hermosos cantos submarinos son los de la ballena xibarte, en los que se reconocen temas, variaciones, conatos de frases, preguntas y respuestas... Por supuesto, a pesar de sus esfuerzos, los estudiosos de la acústica no han conseguido todavía traducir el «lenguaje ballena». Tendríamos que poder asociar cada grupo de sonidos a una conducta particular: las ballenas escasean demasiado para poder conseguirlo, y las condiciones de experimentación son bastante difíciles.





***La vida social.** Las ballenas viven en grupos más o menos numerosos. Se las encuentra pocas veces aisladas. La estructura social es indispensable para su supervivencia, pero fundamentalmente para su equilibrio psicológico. Los animales de la manada se ayudan, se avisan mutuamente de los peligros, buscan juntos el alimento, juegan... Arriba: dos fotografías de un grupo de tres ballenas francas negras en período de reproducción, que nadan en aguas próximas a la península Valdés, en la Patagonia argentina. Página de la derecha: tres yubartas durante la migración.*



Migraciones y reproducción

Los cetáceos son animales migradores. Los misticetos realizan dos grandes viajes anualmente: en verano van a cebarse con el plancton y con pececillos a las aguas polares o subpolares. En invierno, vuelven a los mares templados o tropicales, y escogen generalmente lagunas o bahías poco profundas para reproducirse, mientras que las hembras preñadas dan a luz a la cría que han gestado durante once meses. La primera migración, realizada en primavera, es de tipo alimentario (trófico). La segunda, que acontece en otoño, se llama reproductora (genética).

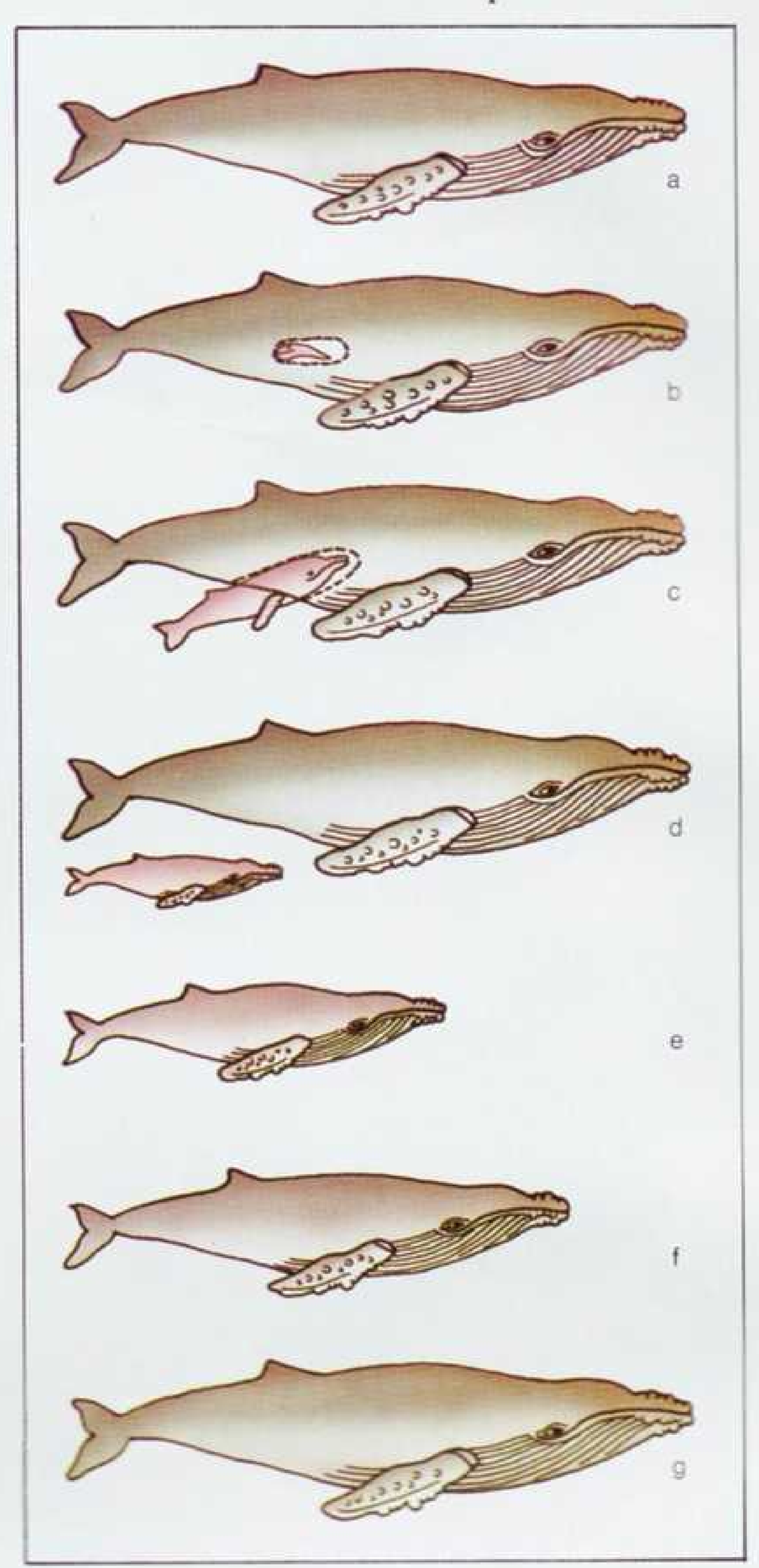
Las migraciones de las ballenas se conocen desde hace mucho tiempo. Las ballenas vascas (o ballenas francas negras del Atlántico norte) fueron llamadas así porque iban a parir al golfo de Vizcaya, junto al País Vasco. Las ballenas grises de California van a alimentarse en verano a las frías aguas de Alaska y del mar de Bering, y se reproducen en invierno en las lagunas de la Baja California (México). Las yubartas del Atlántico norte migran durante la estación favorable a Groenlandia y a Spitzberg, y bajan en la época desfavorable hasta los trópicos, algunas hacia las costas americanas (Bermudas y Bahamas), y otras hacia las africanas (Mauritania). Las ballenas francas negras del Atlántico sur acuden en verano a las aguas antárticas, y se reúnen en invierno para criar en las cercanías de la península Valdés, en Argentina. Algunas especies (rorcual azul, yubarta, rorcual franco, etc.) poseen una población boreal y otra austral que no se mezclan.

Las ballenas tienen una gestación de unos once meses, con variaciones de unas cuantas semanas más o menos en algunas especies. Las hembras que dan a luz no copulan inmediatamente después, como ocurre con los pinnípedos. Permanecen con la cría al menos un año entero, y a veces dos. Sólo aceptan al macho cuando el joven se ha independizado; por lo tanto, ocurre que tan sólo crían cada tres años. Como las ballenas hembras alcanzan la madurez sexual a los tres o cuatro años, cada una pare como máximo siete u ocho crías a lo largo de su vida. Es una tasa de fecundidad muy baja, que explica que los rebaños, diezmados por la caza, todavía no consigan rehacerse, aunque los protejamos.

El ceremonial del cortejo y de la cópula ha sido observado muy pocas veces. El equipo Cousteau lo estudió detenidamente con las ballenas francas negras en las aguas argentinas de la península Valdés. Las luchas entre machos por la posesión de las hembras son por completo pacíficas. Los dos ejemplares que quedan finalmente se unen en el agua, tumbados o erguidos vientre contra vientre. La cópu-





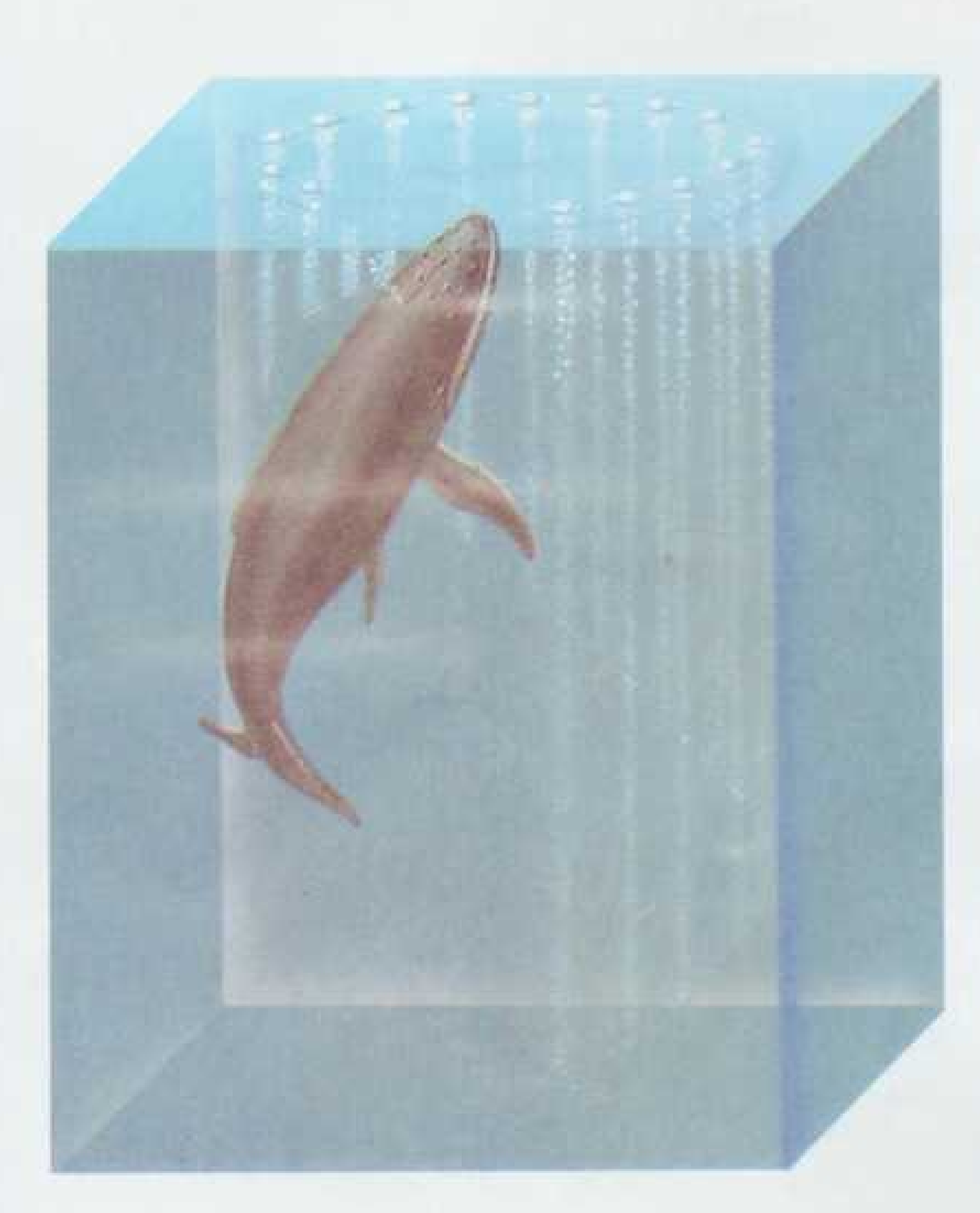


La ballena xibarte. *La yubarta recibe también el nombre de ballena xibarte. La forma arqueada de su espalda cuando se sumerge es característica. Esta especie realiza migraciones alimentarias en verano a las aguas polares, en las que encuentra el plancton y los pececillos que come. Las fotografías de esta página muestran las diferentes fases de filtración que el animal realiza en el mar. El esquema de la derecha resume las etapas de la concepción (a: hembra adulta), de la preñez (b), del parto después de once meses de gestación (c) y del crecimiento: al nacer, la cría mide alrededor de 4,5 metros de longitud. Mama una leche muy rica y se desarrolla rápidamente (d). Se emancipa cuando tiene diez meses (e) y alcanza la madurez sexual a los cuatro o cinco años (f). La madurez física acontece aproximadamente a los ocho o nueve años (g).*





Una sorprendente manera de caza. *La yubarta (arriba, una madre y su cría subadulta) emplea una extraña forma de caza, ilustrada por la fotografía grande de la página de la izquierda y el esquema inferior. Nada a unos metros bajo la superficie, en espiral, y suelta a intervalos regulares racimos de burbujas de aire. Se ha descubierto hace poco este comportamiento, que al principio pareció muy misterioso. Se piensa actualmente que al actuar así el animal crea en cierto sentido una «cárcel de burbujas» alrededor de un banco de plancton, al que luego atacará. Ocurre con frecuencia que varias yubartas se unen para crear estos curiosos «cercados de burbujas».*



la dura tan sólo unos segundos. Al nacer, la cría aparece por la cola; cuando emerge, su madre le ayuda a subir a la superficie para que respire por primera vez, a menudo asistida por otra hembra del rebaño, que es llamada familiarmente «tía» por los científicos.

La cría de rorcual azul mide al nacer entre seis y siete metros de longitud; la del rorcual franco, seis metros; la de la yubarta, 4,5 metros, como las de las ballenas francas. Los pesos respectivos oscilan alrededor de cinco, cuatro y tres toneladas. El crecimiento de los jóvenes es en extremo rápido, ya que la leche de las hembras es prodigiosamente rica en grasas, diversas proteínas y caseína. En 100 gramos de leche hay 42,3 gramos de grasas, 3,7 de proteínas y 7,2 de caseína; las cifras respectivas de la leche de vaca son de 3,7, 0,6 y 2,8 gramos. La lactancia dura entre siete y ocho meses. La cría de rorcual azul mama 50 litros diarios.

La adaptación a la natación

Los cetáceos, cuyo cuerpo está admirablemente perfilado, presentan una mínima resistencia al avance en el agua. Nadan remando en sentido vertical con toda la región posterior de su cuerpo. Avanzan a velocidades variables según las especies, que en las más rápidas (como en los grandes rorcuales) pueden alcanzar los 60 kilómetros por hora.

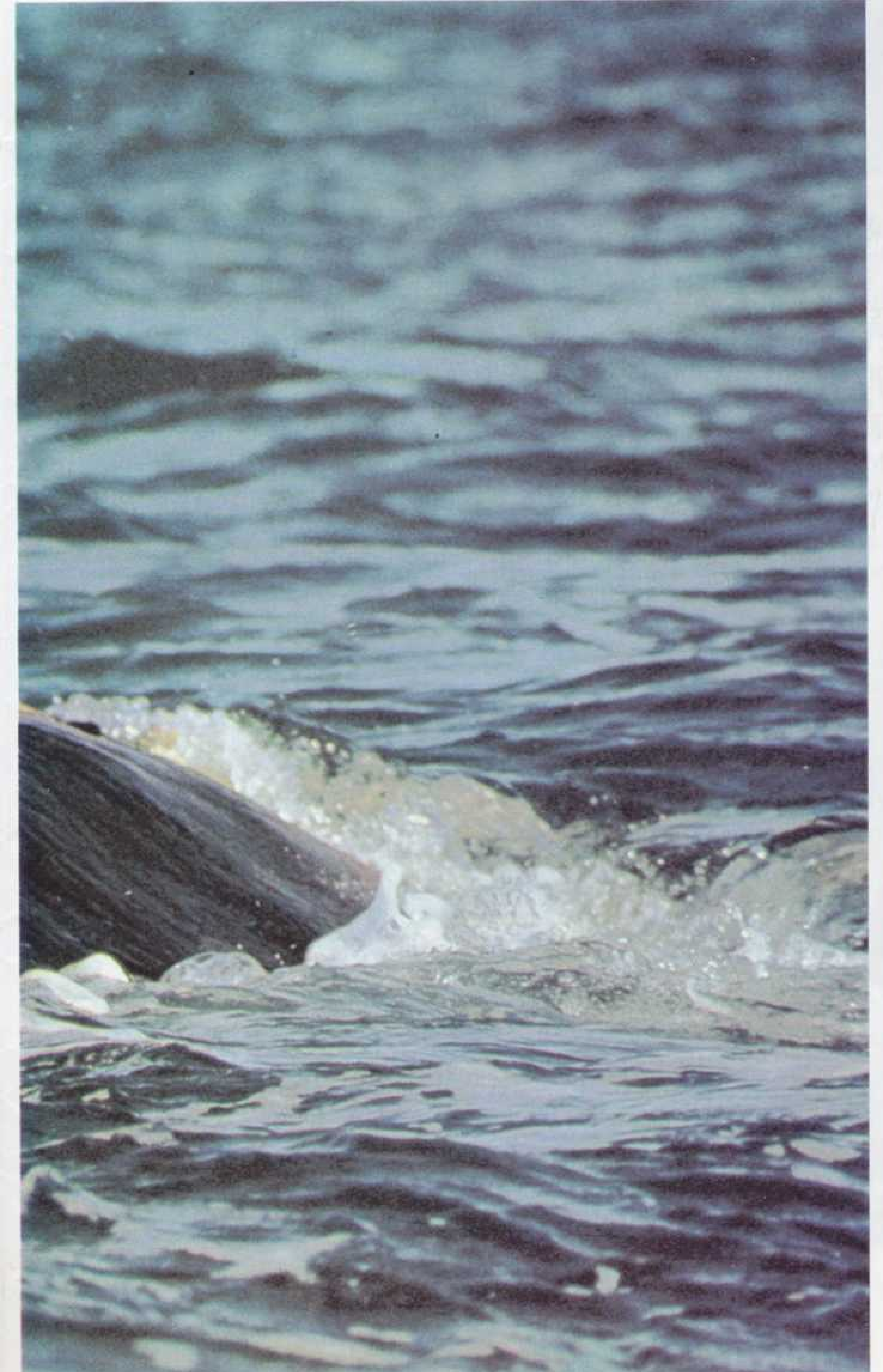
Todavía más extraordinaria es su adaptación a la inmersión. Los cetáceos con dientes son capaces de realizar sorprendentes marcas en esta actividad. Pero hasta los misticetos bucean bien.

Las ballenas con barbas permanecen sumergidas sin esfuerzo entre un cuarto de hora y veinte minutos (cuando desaparecen debajo de la superficie descienden a unos 300 metros). Esta facultad de permanecer sumergidas ha constituido durante mucho tiempo un misterio para los fisiólogos. Se explica de diversas maneras. Las ballenas no poseen enormes pulmones, que les permitirían almacenar el aire necesario para su permanencia bajo el agua durante períodos muy largos. Cuando descienden al seno del mar, su circulación sanguínea se modifica profundamente, todos sus órganos se cortocircuitan, salvo el corazón y el cerebro, que reciben además las reservas de hemoglobina contenidas en los vasos sanguíneos (muy ramificados) situados a lo largo de la columna vertebral, y que llamamos «redes admirables». Los músculos, privados de todo riego sanguíneo, siguen, sin embargo, funcionando: poseen grandes cantidades de una proteína especial, la mioglobina, que tiene capacidad de almacenar oxígeno, tal como ocurre con la hemoglobina de la sangre.

Bajo la superficie, los cetáceos se comunican entre sí. Emiten sonidos variados, que utilizan para guiarse por ecolocación, aun en las aguas más turbias —y con una visibilidad más reducida, hasta ser nula por completo—, y que utilizan además como lenguaje. Ya hemos dicho que los misticetos más «habladores» son las yubartas —también conocidas como ballenas xibarte—, llamadas a menudo «ballenas cantoras» por esta razón. Estos animales, cuando forman parte de un rebaño, dan periódicamente prodigiosos conciertos, en los que cada uno de ellos canta en solitario una media hora, antes de realizar una serie de «diálogos» muy armoniosos con sus congéneres. Las secuencias sonoras, muy fácilmente reconocibles, se suceden con mugidos, quejidos y extrañas modulaciones.

Algunos sonidos emitidos por las ballenas se oyen desde muy lejos: de muy baja frecuencia, se propagan maravillosamente por el agua. Los rorcuales azules, cuyas emisiones son muy graves, intercambian probablemente mensajes a decenas de kilómetros de distancia. Se ha llegado a escribir (aunque, por supuesto, es una exageración) que estos animales pueden comunicarse así desde un extremo a otro del océano.









La ballena franca negra *(o ballena vasca). Esta especie fue la primera víctima de los balleneros, y aunque está protegida desde hace varios decenios, sus rebaños siguen siendo pequeños. Las ballenas francas negras del Atlántico norte y del Pacífico norte probablemente se han extinguido. Las del hemisferio Sur, que podemos ver en las fotografías de esta doble página, todavía perviven; acuden cada invierno a reproducirse a las aguas poco profundas que rodean la península Valdés. Otros rebaños frecuentan Africa del Sur, Nueva Zelanda y Australia.*

Los saltos y las posturas

Las ballenas saltan con frecuencia por encima de la superficie de las olas, sobre las que caen con unas enormes salpicaduras. A menudo nos hemos preguntado sobre la razón de estos brincos. Algunos etólogos ven en ellos tan sólo la realización de algunas necesidades biológicas: los saltos serían imprescindibles para librarse de los parásitos o para tragar sus bocanadas de plancton. Pero estas interpretaciones puramente mecanicistas no soportan un análisis: las ballenas saltan aunque no coman, y, a pesar de sus saltos, permanecen plagadas de parásitos. Estos saltos deben ser interpretados como lo que son en realidad: juegos... Los cetáceos son tal vez los animales más felices de la Tierra. Consagran el 10 por 100 de su vida a buscar su alimento. El resto del tiempo lo pueden dedicar a sus relaciones sociales, a dormir, al amor, a los juegos y a los cantos.

Los saltos no son los únicos comportamientos típicos de las ballenas, aunque sí los más notables (las ballenas francas y los rorcuales saltan menos que las yubartas). A menudo podemos ver a uno de estos grandes mamíferos realizar en el agua lo que llamamos «hacer el pino con la cola en el aire». La ballena se mantiene erguida en el agua, y saca fuera de ésta su enorme aleta caudal. A veces, la ballena adopta la postura contraria, se pone de pie en el elemento líquido con la cabeza fuera del agua: se dice que «hace espionaje». La ballena





gris acostumbra en especial a adoptar esta posición. Este comportamiento está probablemente ligado a la necesidad que tiene el animal de situarse respecto a la costa. Pero sin duda posee, asimismo, un sentido lúdico.
Las ballenas hacen también muchas «señales» con sus aletas. Son «saludos» que dirigen a sus congéneres, o incluso a los hombres, a los que parecen expresar un cierto agradecimiento. El equipo de Cousteau ha recibido «saludos» de este tipo después de haber visitado a las yubartas en las aguas de las Bahamas, y también tras haber soltado a un ballenato enredado en un arte de pesca en el golfo de San Lorenzo.
Si las ballenas no cesan de adoptar distintas posturas corporales que constituyen otros tantos mensajes para sus congéneres, es porque disponen de un alto grado de psiquismo, que atestigua también su lenguaje sonoro. Una de las manifestaciones de esta inteligencia estriba en la forma en que las hembras protegen a sus crías, y en que cada miembro del rebaño defiende a los de su clan. Los balleneros se han aprovechado cínicamente de este comportamiento: procuraban arponear a un ballenato, pero sin matarlo. Estaban seguros de que su llamada de auxilio haría acudir, primero, a su madre y, luego, a los demás ejemplares del rebaño. La solidaridad de las ballenas es maravillosa, pero ha acelerado su perdición frente a los carniceros de nuestra especie.



Los saltos y las posiciones. *Los saltos tienen tal vez una función fisiológica (librarse de los parásitos, hacer descender el bolo alimenticio, etc.), pero son fundamentalmente juegos. Las cuatro posiciones van desde el «espionaje», que practica la ballena gris, al «pino» con la cola en el aire y al «saludo» con la aleta realizado por esta yubarta. Esta especie acostumbra también a «aplaudir» (a la derecha).*

Caza y protección de las especies



Estudio y protección. *Para nuestro inmediato provecho, hemos exterminado a las ballenas antes de conocerlas. Actualmente, cuando existen sustitutos para todos los productos balleneros, y cuando se comprueba además que los cetáceos son animales apasionantes desde cualquier punto de vista (inmersiones, inteligencia, etc.), se imponen medidas internacionales de protección. Arriba: dos biólogos han encerrado a un rorcual franco en un cercado para colocarle un radio emisor que permitirá conocer mejor el itinerario migratorio de la especie.*

Los primeros cazadores de ballenas fueron los vascos, que ya en el siglo IX empezaron a perseguir en el golfo de Vizcaya a la especie que lleva su nombre. Acabaron rápidamente con estos animales y se dedicaron a cazar a las ballenas groenlandesas hasta el océano glacial Artico. Con este motivo fueron sin duda también (junto con los vikingos, pero por otros motivos) los primeros en descubrir América. Los vascos enseñaron a cazar la ballena a los holandeses, a los ingleses y a los franceses. Durante todo el siglo XVII y XVIII, la ballena vasca y la ballena groenlandesa padecieron los efectos de esta carnicería.


La caza del cachalote empezó en el siglo XIX y constituyó la fortuna de los puertos de la costa este de Estados Unidos, en especial de New Bedford y de Nantucket. Fue la época heroica y legendaria del capitán Achab y de *Moby Dick*.

En 1868, el noruego Svend Foyn inventó el cañón lanzaarpones. Fue una revolución en la caza de los cetáceos. Las ballenas francas ya habían sido diezmadas, por lo que se atacó al rorcual azul, a la yubarta y al rorcual franco. La caza industrial conoció su apogeo en los años treinta de nuestro siglo, en los que se capturó a veces más de 30.000 rorcuales azules por temporada. A este ritmo, los efectivos de los grandes cetáceos no tardaron en descender dramáticamente. Los balleneros fueron cazando cada vez especies más pequeñas: después del rorcual franco acosaron al rorcual norteño, y posteriormente al rorcual aliblanco.

En 1948 se vio que, a pesar de los años de guerra, durante los cuales no se había cazado, los rebaños de ballenas no habían aumentado. Cundió la preocupación y se creó la Comisión Ballenera Internacional (CBI), que se encargó de fijar los cupos de capturas, que las naciones signatarias se comprometieron a respetar. Pero la CBI tiene tan sólo un poder de recomendación y nunca de decisión. Sus directrices fueron más o menos seguidas. Se adoptaron, sin embargo, medidas de total protección para algunas especies especialmente amenazadas: ballena franca negra (sólo quedan algunos centenares de ejemplares, sobre todo en el Atlántico sur), ballena groenlandesa (algunos centenares), ballena gris de California (después de haber descendido a unos 200, este rebaño, rigurosamente protegido, ha alcanzado alrededor de las 9.000 cabezas), rorcual azul (de los 250.000 ó 300.000 rorcuales azules que poblaban los mares hacia 1860 quedan menos de 3.000).

Los productos balleneros (esencialmente grasa y carne, aunque toda la ballena es utilizable) se sustituyen actualmente por diversos tipos de productos industriales. La mayoría de las flotas balleneras han sido desguazadas. Los dos países que se reparten todavía más del 90 por 100 de las capturas son la Unión Soviética y el Japón. Otras naciones siguen acosando a los gigantes del mar, a menudo en régimen de subcontrato de los rusos o de los japoneses: Islandia, España, Chile, etc.

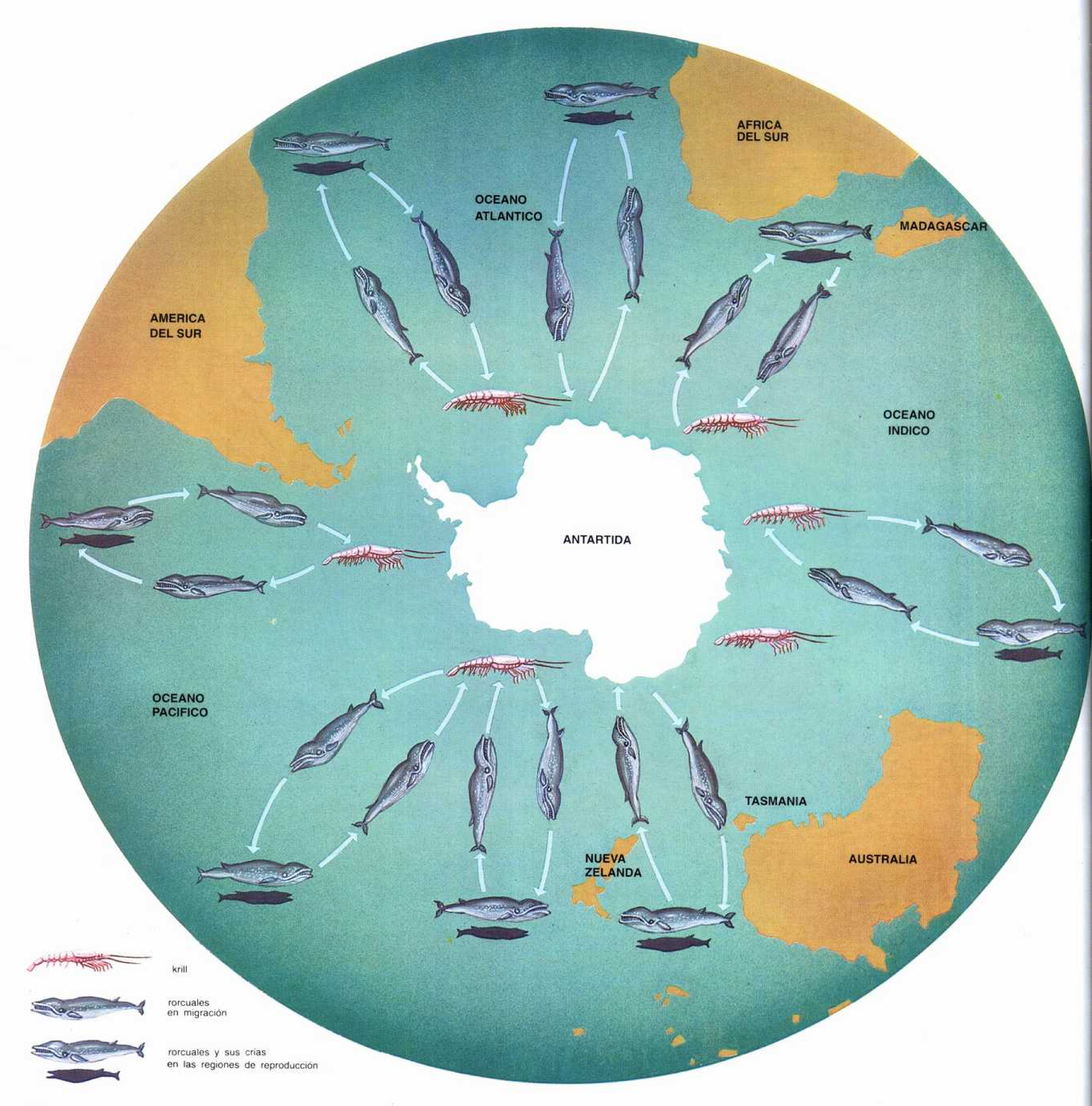
Sólo podemos confiar en el cese completo de esta bárbara actividad, que provoca la reprobación de todos. Las últimas reuniones de la Comisión Ballenera Internacional son alentadoras desde este punto de vista: abogan por una moratoria en la captura de casi todas las especies en cualquier mar del mundo. Tan sólo resta que las naciones balleneras quieran plegarse a la opinión de la mayoría. Pero parece ser que no son partidarias.


El cachalote

Los grandes viajeros

COMO ya hemos comentado, todos los cetáceos realizan grandes migraciones dos veces al año. Los misticetos van hacia los polos en primavera, pasan el verano alimentándose de plancton (y especialmente de las gambas eufasiáceas que llamamos krill, según la denominación noruega), descienden nuevamente hacia bajas latitudes en otoño, y pasan el invierno en las aguas templadas o cálidas (en las que se reproducen). Esta sucesión de migraciones alimentarias (tróficas) y reproductivas (genéticas) dominan su existencia. Los jóvenes, alimentados con la leche espesa y extraordinariamente rica de sus madres, deben crecer muy rápidamente para poder seguir al rebaño. La primera migración es la más peligrosa para ellos. Si les fallaran las fuerzas podrían ser atacados por los tiburones o las orcas (otros magníficos cetáceos y los mayores cazadores del mar).

Cuando regresan de sus cazaderos de plancton polar, en otoño, las ballenas se alimentan muy poco. Viven a expensas de sus reservas de grasa subcutánea: se dice que la «queman». Si se topan con los bancos de pececillos, no les hacen ascos; pero son escasos. El cetáceo con un itin rario más definido es probablemente ballena gris de California, que hace viaje de ida y vuelta entre el mar de B ring (en verano) y las lagunas de la Ba California (en invierno), a lo largo de costa de Alaska, del Canadá y del oes de Estados Unidos. Esta sorprenden regularidad de la especie estuvo a pun de provocar su perdición: cuando el b llenero Scammom descubrió el lugar do de parían, en el siglo pasado, fue el pri cipio de la masacre. En unos pocos año la especie fue prácticamente barrida d

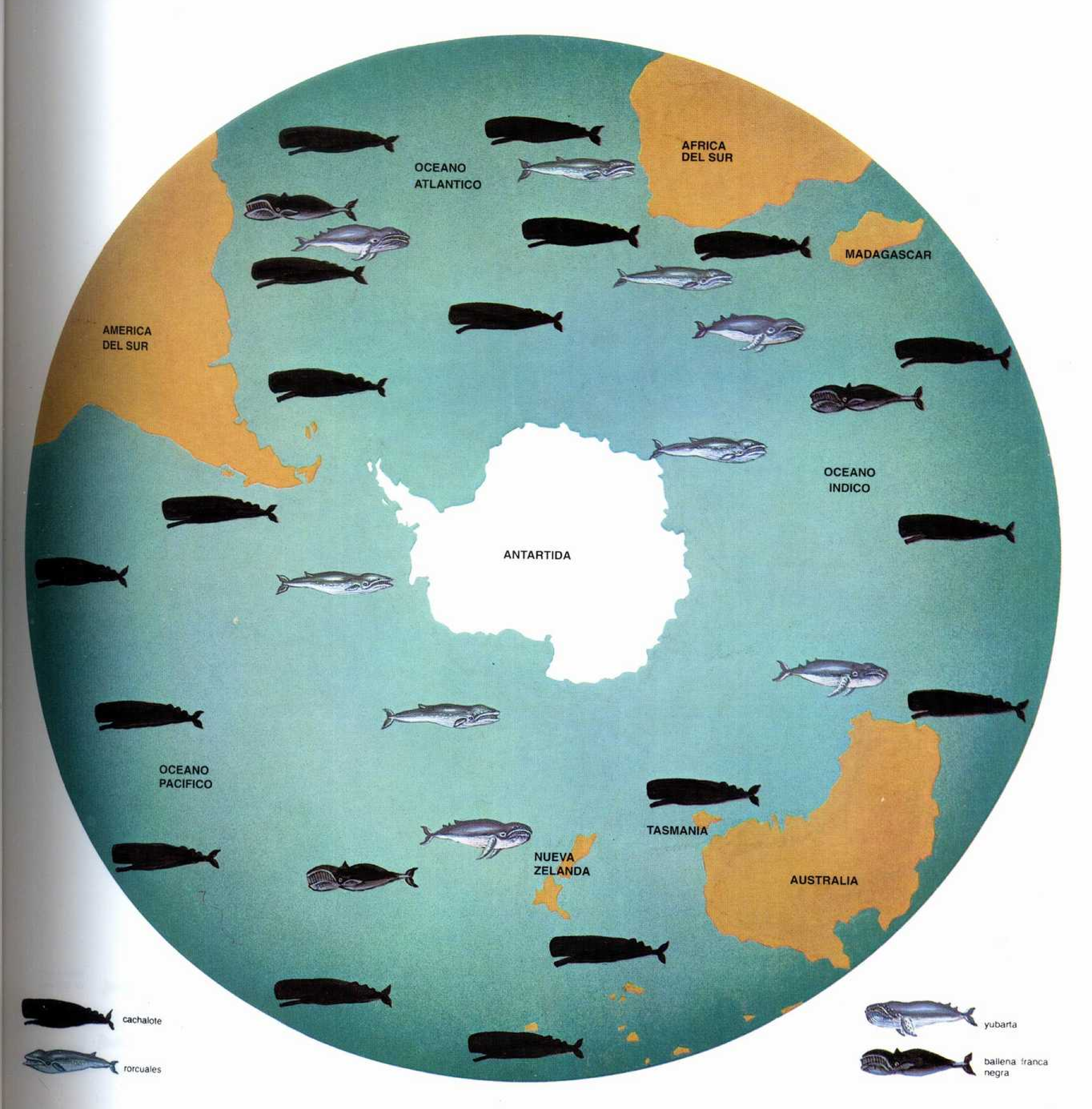


***La distribución de los grandes cetáceos en el hemisferio Sur.** Las ballenas del hemisferio Sur van durante el verano (diciembre-marzo) a los ricos campos de krill del Antártico, en los que engordan. Vuelven a pasar el invierno a las regiones templadas y subtropicales, en las que copulan y en las que las hembras paren a sus crías. Los rorcuales (rorcual azul, rorcual franco, rorcual norteño, rorcual aliblanco o menor) dependen más del krill que sus parientes cercanos, las yubartas, que comen también muchos pececillos. Las ballenas francas tienen un régimen mixto, mientras que los cachalotes son teutófagos (comedores de calamares y de otros cefalópodos).*

océano (quedaban tan sólo unos 200 ejemplares). Entonces, México, Estados Unidos y Canadá decidieron protegerla: el cuidado fue eficaz, ya que se pudo vigilar realmente a los barcos balleneros de esta región, al contrario de lo que ocurre en otras zonas, como en el Antártico. El número actual de ballenas grises se sitúa alrededor de las 9.000; nos acercamos poco a poco a la cifra de 12 ó 15.000, que debía de ser la de la población antes de empezar a ser cazada.

Los cetáceos odontocetos son grandes viajeros: no cesan de surcar el mar. Pero sus itinerarios de migración no están tan estrictamente definidos como los de los misticetos. El mayor y más impresionante de las especies de este suborden es evidentemente el cachalote *(Physeter catadon)*.

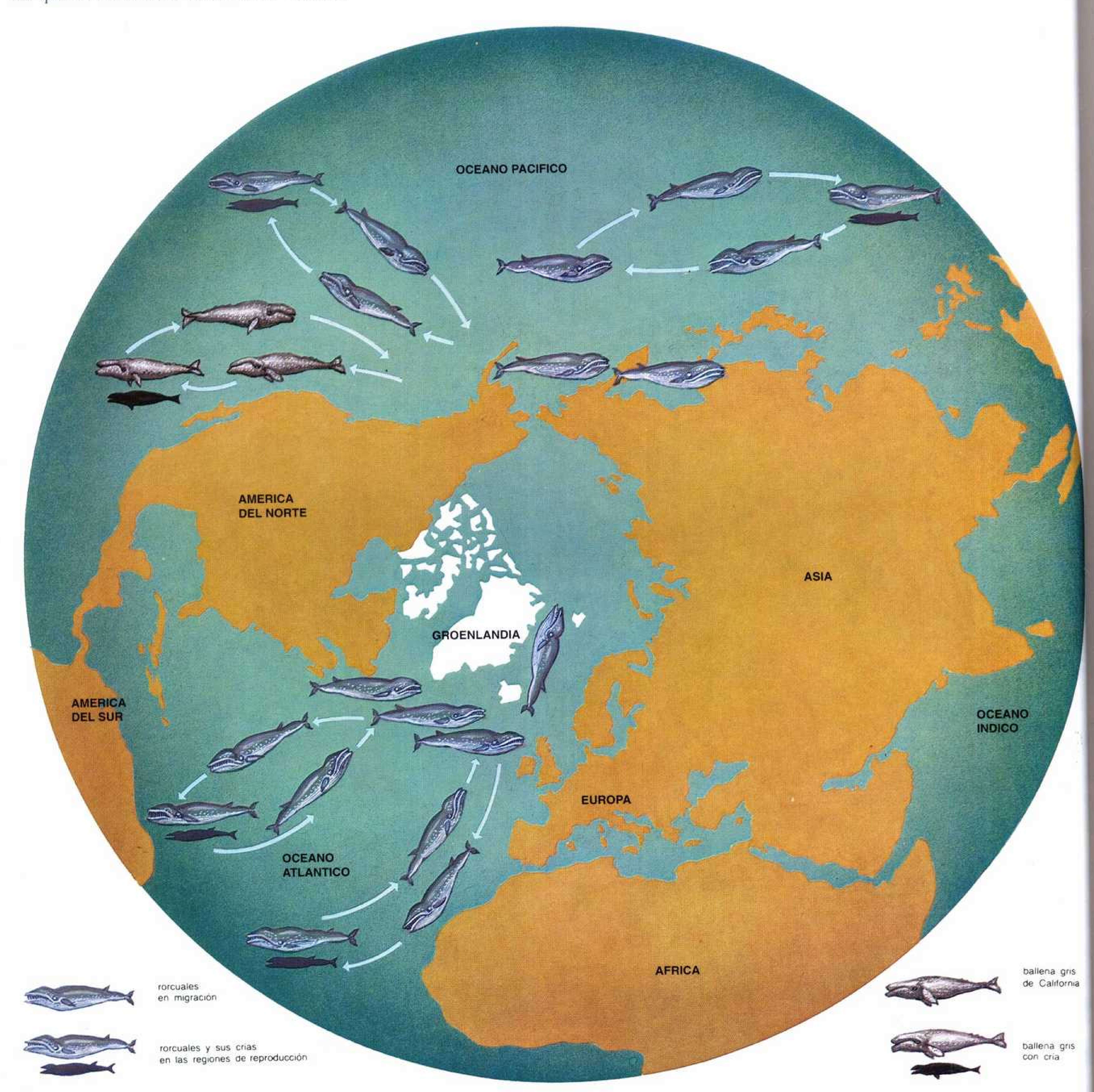
Este pesado y veloz animal vive en rebaños bastante numerosos, que cuentan a menudo treinta o cuarenta individuos. Sobre ellos manda un gran macho. En los odontocetos, los machos son mucho más fuertes que las hembras, mientras que en los misticetos ocurre a la inversa. El macho dominante reina sobre un harén de



hembras que intentan conquistar a veces otros machos. Las hembras van acompañadas por sus crías aún inmaduras; en cuanto los jóvenes machos alcanzan la madurez sexual, son expulsados del clan por el «pachá». Se reúnen con frecuencia en pequeños grupos homogéneos. Se ayudan mutuamente a la espera de sentirse lo suficientemente fuertes para intentar constituir sus propios harenes.

Las migraciones de los cachalotes los llevan de las aguas tropicales (en las que copulan mayoritariamente y en las que paren las hembras) a las aguas polares, en las que se alimentan durante el verano.

La distribución de los cetáceos en el hemisferio Norte. *El mapa inferior muestra los itinerarios migratorios de algunos grandes cetáceos del hemisferio Norte. Las ballenas se alimentan durante el invierno del plancton de las aguas polares y descienden en invierno a los mares templados o cálidos para copular o parir a sus crías. La ballena gris de California se dirige en la estación favorable a las ricas aguas del mar de Bering. Las cópulas y los partos tienen lugar en las lagunas cálidas de la Baja California (México). El mapa de la página de la derecha muestra las regiones en las que encontramos algunos grandes cetáceos en la estación estival: la ballena gris de California está en el mar de Bering; la ballena groenlandesa, en el océano glacial; la yubarta, en el Atlántico norte, mientras que el cachalote, desligado del krill estacional, está mucho más distribuido en todos los mares del mundo.*



Pero no comen plancton y pececillos como los misticetos. Se alimentan esencialmente de calamares (en griego *teuthis),* por lo que se les llama tentófagos. Atacan a distintas especies de estos moluscos, así como a las sepias y a los pulpos. Cuando se topan con un banco de pequeños cefalópodos, hacen banquetes pantagruélicos. Se han descubierto en el estómago de un cachalote 28.000 calamares, y en el de otro había 282 kilogramos. Pero las presas preferidas de los grandes cachalotes son los calamares gigantes (especialmente del género *Architeuthis),* que cazan en las profundidades abisales y con los que libran épicos combates. Los cachalotes descienden a más de 1.000 metros para buscar a estas presas, que son especialmente abundantes en las zonas de ascensión de aguas profundas (zonas de *upwelling).*

Los cachalotes machos adultos alcanzan 18 metros de longitud y pesan unas 40 toneladas. Algunos relatos dan cuenta de animales de 25 ó 30 metros y de más de 60 toneladas, pero son probablemente exageraciones. Las hembras, bastante más pequeñas, miden entre 13 y 14 metros y pesan menos de 20 toneladas. Al nacer, las crías tienen unos cuatro metros de longitud y alcanzan una tonelada de peso. El alumbramiento empieza, como es norma en todos los cetáceos, por la cola, para que el joven no se ahogue si el parto dura mucho tiempo.

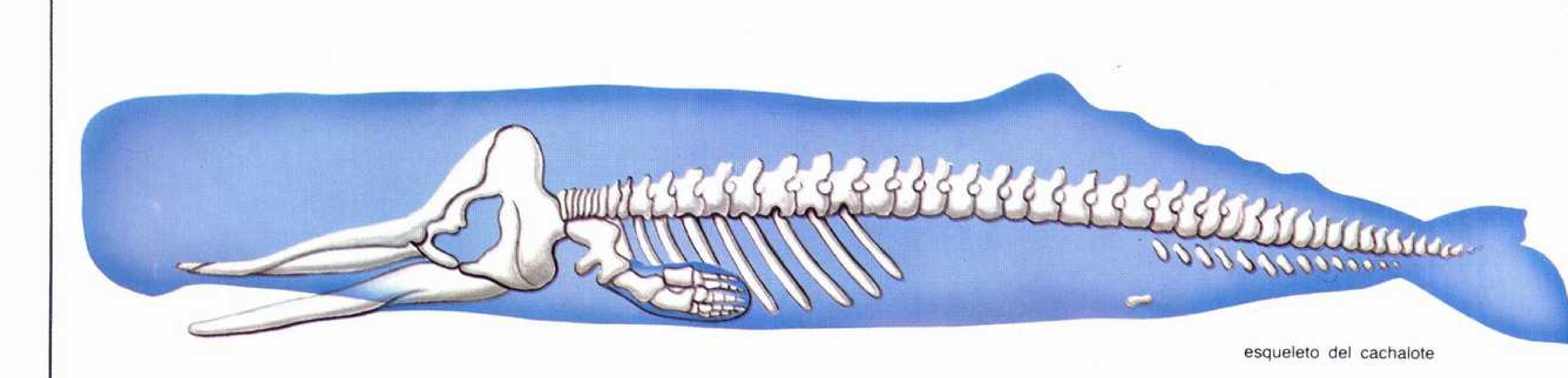
La esperanza de vida de los cachalotes es ligeramente superior a la de las ballenas; mientras que estas últimas no sobrepasan probablemente los cuarenta años (se calcula su edad estudiando las sucesivas capas de cerumen de los tapones que se forman en los oídos), los cachalotes alcanzan el medio siglo (se determina su edad, bien por el proceso anterior o por las estrías de crecimiento de sus dientes).



Los cetáceos odontocetos

Los odontocetos, o cetáceos con dientes, agrupan a las dos especies de cachalotes (el cachalote común y el cachalote enano, *Kogia breviceps),* a las orcas, a las orcas bastardas, a los calderones, a las belugas, a los narvales, a los zifios, a los delfines y a las marsopas. Son animales que, además de por sus dientes cónicos (a veces modificados, como en el caso del narval), se caracterizan por su cuerpo hidrodinámico, su gran cabeza y por su enorme volumen cerebral; por lo tanto, también por su inteligencia y su compleja vida social. Son todos carnívoros: los cachalotes comen fundamentalmente moluscos; los calderones aprecian de igual forma a los calamares y a los peces. La mayoría de las restantes especies (delfines, marsopas...) son piscívoras: están situadas en la cima de la pirámide alimentaria acuática. El mayor depredador de los mares es la orca *(Orcinus orca),* que no sólo come peces, sino que también ataca a las focas, a las aves marinas y (si se presenta la ocasión) a los ballenatos abandonados o a las ballenas enfermas. De todas estas especies, la más poderosa y la más fascinante es el cachalote. Este animal ha atormentado los sueños de los balleneros desde el siglo XVIII. La epopeya imaginaria del capitán Achab sobre el *Pequod* a la búsqueda de *Moby Dick,* el cachalote blanco, cristalizó ese sueño a la vez maravilloso, simbólico y cruel.

El cachalote es realmente una criatura fantástica. Su enorme cabeza cuadrada, su potente torso, su grande y fuerte aleta caudal, las pequeñas jorobas que adornan su espalda y, por último, su enorme mandíbula inferior, dotada de grandes dientes cónicos: todo parece concebido para aumentar la majestuosidad de un animal excepcional. A diferencia de la mayoría de las ballenas, que son pacíficas y que no se rebelan cuando los balleneros las atacan (la única excepción es la ballena gris de California, que los balleneros llamaban *devil-fish,* «pez demonio»), el cachalote lucha cuando se le provoca o



esqueleto del cachalote

cuando se molesta a un miembro de su grupo. Se lanza sobre el agresor, intenta aplastarlo de un cabezazo o le da violentos coletazos. Esta reacción de defensa, en el fondo totalmente justificada, le ha valido una reputación de crueldad y de astucia diabólicas. No hay nada menos justificado: un cachalote que no se siente en peligro es el más dulce de los animales.

Los cachalotes son generalmente de color gris oscuro. Pero también existen individuos albinos; desde este punto de vista, *Moby Dick* es verosímil. Sus enormes cabezas representan un tercio de la longitud total del cuerpo. Llevan un único orificio de respiración, y su surtidor está dirigido hacia delante y hacia la izquierda. El cráneo está en gran parte relleno por una sustancia aceitosa: el espermaceti, contenido en una cavidad llamada melón. Este material aceitoso sirve esencialmente para amplificar las emisiones sonoras que emite el cetáceo durante las sesiones de ecolocación. Pero ha sido también la razón por la que han sido perseguidos en todos los mares del mundo y exterminados sistemáticamente por los balleneros: el espermaceti constituye uno de los aceites más puros que existen. Utilizado desde hace mucho tiempo en relojería y en



toneladas
kilogramos
gramos
miligramos
microgramos

La pirámide alimentaria del cachalote. *El cachalote está situado en la cima de la pirámide alimentaria que arranca en el microplancton (a la izquierda). Es una cadena trófica más larga que la que lleva a las ballenas comedoras de krill. El interés de este edificio para la especie reside en que descansa sobre organismos presentes en todos los océanos del mundo, es la razón por la cual el cachalote es del todo cosmopolita. Los jóvenes y las hembras se sumergen hasta profundidades de unas decenas o centenas de metros para encontrar los bancos de calamares de los que se alimentan. Los grandes machos descienden mucho más, y atacan, a veces a más de 1.000 metros por debajo de la superficie —según el propio Cousteau ha podido comprobar— a los calamares gigantes, en especial a los del género* Architeuthis.

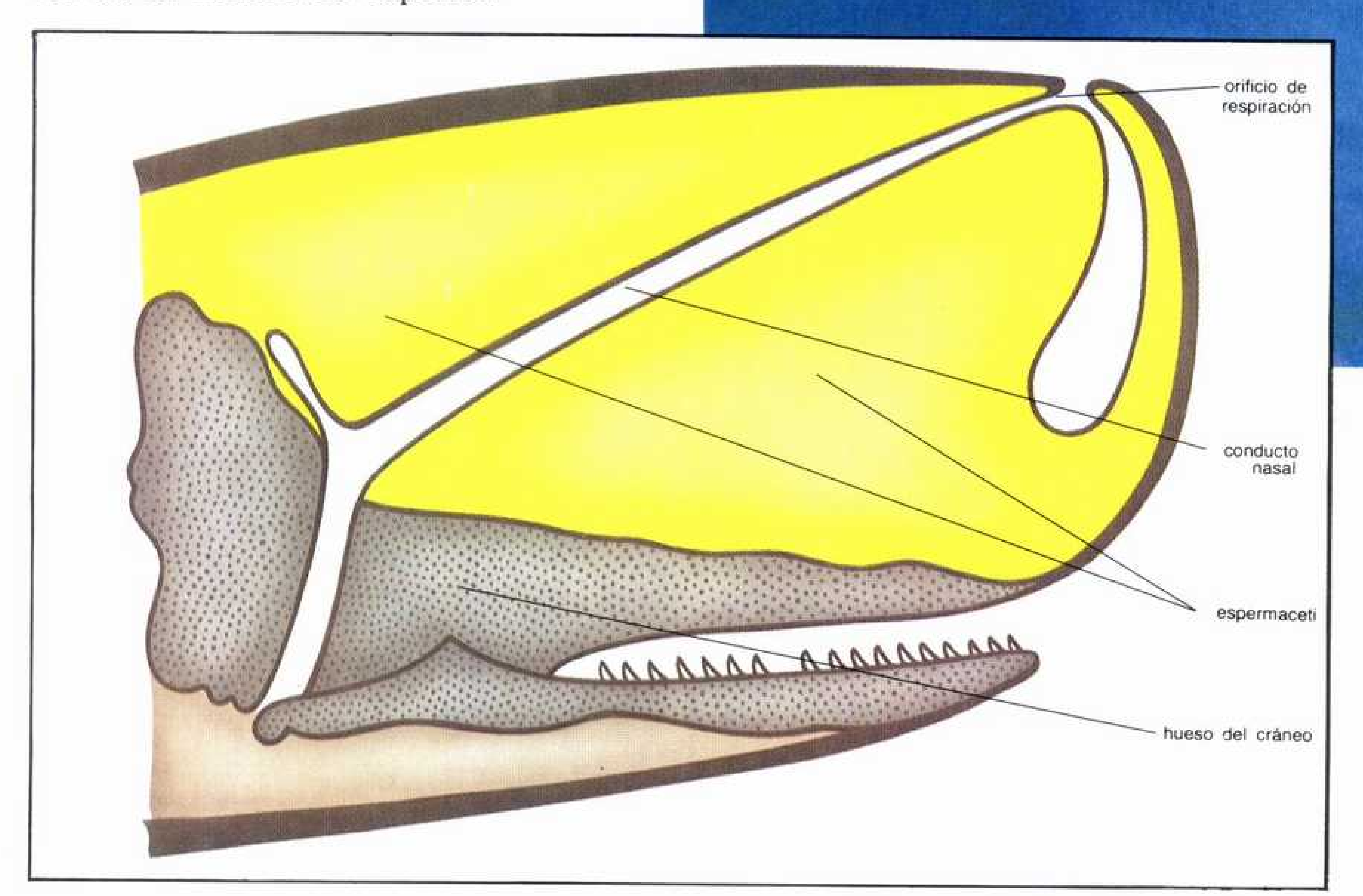
El esqueleto del cachalote. *El soporte óseo del cachalote (a la izquierda) es un buen ejemplo de su adaptación a la vida acuática. Su enorme cráneo está precedido por una gran masa aceitosa (el melón, en el que se encuentra el espermaceti). Sus miembros posteriores han desaparecido. La cola es una masa de tejido conjuntivo y no está formada por los miembros posteriores, como la de los pinnípedos.*

mecánica de precisión, sigue siendo usado en algunas tecnologías punteras. Sin embargo, en la actualidad no es insustituible: se puede producir un sucedáneo de igual calidad explotando las semillas de un arbusto del desierto de México, la jojoba *(Simmondsia chinensis)*. Varios países han empezado a cultivar esta planta a escala industrial, y desaparece así el último argumento de los partidarios de la caza del cachalote.

Este cetáceo nada con rapidez gracias al dinamismo excepcional de sus potentes músculos. Su aleta dorsal, poco aparente, está dividida en cuatro o cinco pequeñas jorobas desiguales. Sus aletas pectorales están constituidas, al igual que en los demás cetáceos, por sus miembros anteriores muy modificados. Al diseccionarlas podemos distinguir el esqueleto clásico del brazo y de la mano. Por el contrario, los miembros posteriores han desaparecido totalmente, y están representados tan sólo por restos internos de la cintura pélvica.

Las armas defensivas del cachalote son su masa y su velocidad (¡que producen unidas una fuerza considerable!), su cabeza y su potente cola, de una anchura de cinco a seis metros. El animal la utiliza como una maza cuando se le ataca; algunos grabados del siglo pasado muestran (con mucha exageración) a las balleneras pulverizadas por los cachalotes enfurecidos, en los heroicos tiempos del arpón manual.

La boca del animal, muy extraña, comporta una mandíbula inferior con una longitud de tres o cuatro metros, aunque estrecha, sobre la que se implantan dientes cónicos de 20 a 25 centímetros, como media 23 a cada lado, y que, en reposo, se alojan en los alveolos correspondientes de la mandíbula superior.



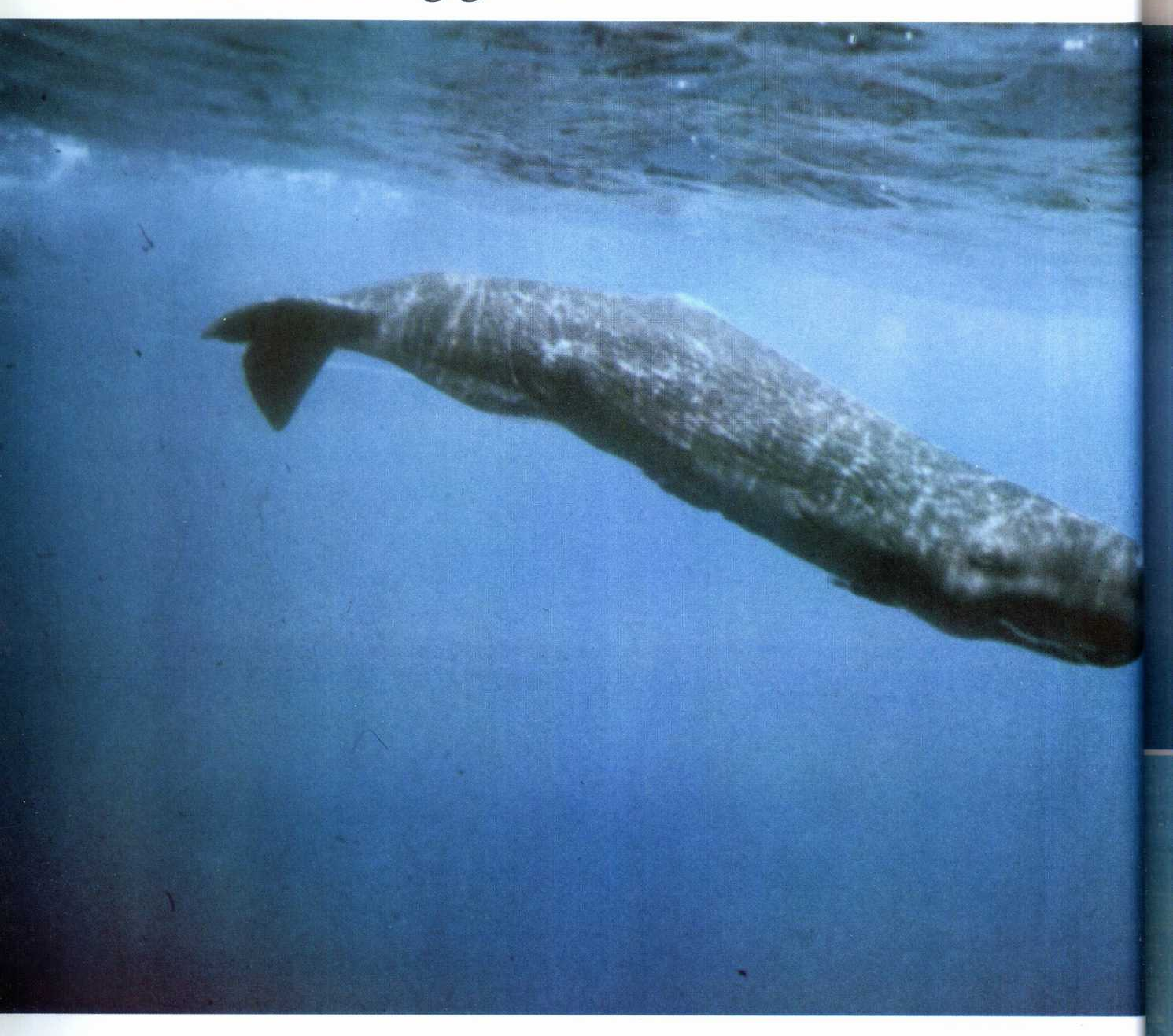
El espermaceti. *La gran cabeza paralelepipédica de los cachalotes encierra un órgano voluminoso llamado melón, en el que se encuentra una sustancia llamada espermaceti. Este producto se utiliza en mecánica de precisión debido a sus óptimas propiedades lubrificantes. Actua- mente no debería s- la razón del exterm- nio de los cachalote- ya que se han enco- trado aceites de sus- tución de origen veg- tal, en especial el q- está contenido en l- semillas de la jojob- arbusto originario d- desierto de México.*



La cabeza del cachalote. *La enorme cabeza del cachalote ocupa aproximadamente un tercio de la longitud y de la masa del animal. Se caracteriza por su forma geométrica.* Moby Dick, *la ballena blanca, el héroe de la novela de Melville, era un cachalote albino. Sin embargo, la forma en que hunde al* Pequod, *de un cabezazo, al final del libro, es una exageración. El cachalote, cuando no se ve acosado por un barco ballenero, es un animal pacífico. Su mandíbula inferior, de 18 a 28 dientes a cada lado, no amenazó nunca a ningún buceador del* Calypso.

El ojo, muy pequeño en relación con la talla del sujeto, está situado muy abajo, entre la comisura de los labios y la aleta pectoral. Hermann Melville escribió en *Moby Dick* páginas extraordinarias sobre este órgano, que dice ser chispeante de inteligencia y de astucia. La experiencia de los buceadores del *Calypso*, que también se codearon con los cachalotes, corrobora estos escritos. Dotado de un enorme cerebro (el mayor del reino animal), el cachalote es, sin lugar a dudas, inteligente. Su cerebro es muy complejo, cuenta con numerosas circunvoluciones, y es también muy grande respecto al peso total del cuerpo. Las pruebas de este alto grado de integración intelectual son múltiples. La complejidad de su comportamiento social —conforme revelan las últimas investigaciones realizadas por especialistas— es una de ellas. Las estratagemas que son capaces de desarrollar estos animales para escapar de los hombres puede constituir otra.

Los amores del gigante



Los cachalotes no poseen realmente un período de celo, como no dejan de viajar por la inmensidad de los océanos, y como los machos tienen siempre a su disposición a sus harenes de hembras, se acoplan en cualquier época del año. Sin embargo, se observa un máximo de actividad sexual durante la primavera.
Las hembras tienen un prolongado embarazo: portan sus fetos alrededor de dieciséis meses; después se toman un año de descanso, al término del cual vuelven a ser fecundadas.
Los combates de los machos dispuestos a formar un harén son —como fácilmente se puede comprender— titánicos: la masa y las dimensiones de los contrincantes explican el carácter grandioso de estos enfrentamientos. Los adversarios se propinan potentes coletazos y cabezazos. El vencido salva la vida. En general suele ser el que pesa menos.
Los preliminares de la cópula, como cabría esperar en unos animales dotados de un psiquismo complejo, son largos y variados. Por el contrario, la unión sexual en sí misma es muy breve: una decena de segundos como máximo. Los dos compañeros se tumban sobre el costado, vientre contra vientre, o se ponen de pie en el elemento líquido.
Las madres protegen eficazmente a sus crías. Pero el papel esencial de la defensa del rebaño recae en el macho dominante. Es el que se enfrenta a cualquier peligro que se presente (en especial, un buque ballenero). Utiliza toda su astucia para alejar a los cazadores. Después de ordenar a su familia que huya discretamente por la derecha, por ejemplo, él nada hacia la izquierda, soplando con potencia para atraer a los agresores. Una vez que los suyos se hallan en lugar seguro, se sumerge para ir a su lado. Pero si, a pesar de sus esfuerzos, uno de sus protegidos se encuentra en peligro, carga contra el enemigo con toda su masa para permitir la huida de su congénere.





El gran cuerpo del cachalote. *Esa enorme masa es, sin embargo, hidrodinámica, como lo demuestra la fotografía de la página anterior (que representa a un ejemplar joven). El animal está cubierto por una piel de color gris oscuro, a menudo casi negra. Algunos sujetos viejos se vuelven grisáceos. Los grandes individuos tienen a menudo en todo su cuerpo (fundamentalmente en la cabeza) cicatrices de las heridas que han recibido, según parece, durante sus enfrentamientos con los calamares gigantes de las profundidades. Arriba: se puede ver el orificio respiratorio abierto de un cachalote. Abajo: los enormes dientes cónicos del cachalote están implantados en su mandíbula inferior y se encajan perfectamente en los entrantes de su mandíbula superior.*

La natación y el buceo

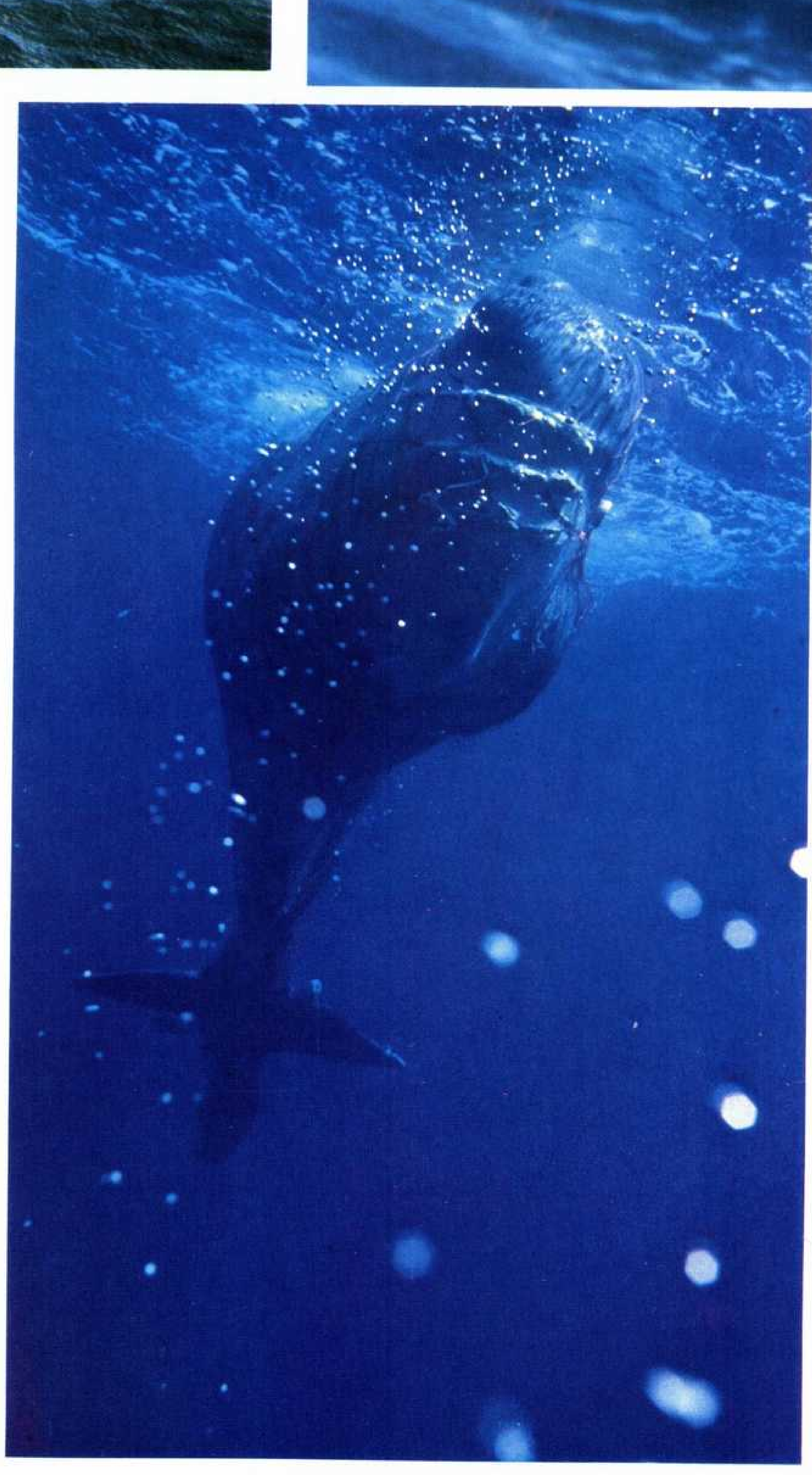


Cuando acompañan a los adultos, los pequeños cachalotes se dejan llevar por la gran onda de desplazamiento que estos últimos engendran, y avanzan así con un mínimo coste energético. Esta observación, realizada por los famosos cetólogos Kenneth S. Norris y John H. Prescott, nos muestra hasta qué extremo están bien adaptados estos cetáceos a la natación. Sus movimientos son fluidos, potentes, eficaces. Pueden recorrer decenas y decenas de millas sin cansarse.

Cuando los cachalotes nadan en grupo apaciblemente avanzan a una velocidad media de 2,5 a cuatro nudos. A veces aceleran; por ejemplo, cuando quieren llegar a un nuevo biotopo rico en calamares. Pueden mantener entonces velocidades de cerca de cinco nudos durante varios días. En caso de urgencia, especialmente si hay peligro (y el único peligro para el cachalote son los balleneros y sus crueles arpones), los animales son capaces de sorprendentes *sprints:* más de 20 ó 25 nudos.

El cachalote que sube a la superficie resopla: su potente chorro (como un aerosol) oblicuo le distingue fácilmente de los otros cetáceos. Respira así varias veces, al ritmo de una espiración y una inspiración por minuto. Si quiere sumergirse profundamente, realiza numerosas respiraciones para oxigenar al máximo su sangre y la mioglobina de sus músculos. Después se zambulle de cabeza.

Si hace falta, puede permanecer durante toda una hora sumergido; sin embargo, no ostenta el récord en esta materia, ya que su pariente odontoceto, el zifio calderón *(Hyperoodon ampullatus),* consigue desaparecer debajo de la superficie durante una hora y media. Pero de todas maneras es una prodigiosa marca. Lo es



Cuando el cachalote se sumerge. *El esquema de esta doble página nos muestra cómo, al volver de una inmersión, el cachalote resopla, recobra la respiración y se sumerge de cabeza, verticalmente. A la izquierda: un joven cachalote atrapado en una red de pesca. Página de la derecha: la cola del gran cetáceo es para él un medio de propulsión y un arma defensiva.*



aún más considerando que la profundidad alcanzada por el animal sobrepasa a menudo los 1.000 metros. Algunos autores piensan que los cachalotes son capaces de descender hasta los 1.500 metros. Sabemos, de cualquier forma, que uno de ellos llegó hasta 1.145 metros, ya que se lió en un cable telefónico submarino y se ahogó a esa profundidad.

Evidentemente, sólo los grandes machos alcanzan estas profundidades. Descienden para buscar calamares gigantes *(Architeuthis)* de los que se alimentan, y que problablemente no se dejan devorar sin oponer una seria resistencia. Por su parte, las hembras y los jóvenes se sumergen a varios centenares de metros de profundidad cuando esperan encontrar bancos de moluscos cefalópodos.

Para orientarse en las tinieblas absolutas de los abismos, los cachalotes sólo pueden basarse en su sentido de la ecolocación. Es de una prodigiosa sensibilidad. Los animales mueven la cabeza lateralmente para emitir series de ondas sonoras en varias direcciones. Los ecos que reciben, y que son amplificados por el espermaceti, les permiten determinar la talla y la naturaleza de los obstáculos que pueden surgir, encontrar las presas y atacarlas con muchas probabilidades de éxito.

Los calamares gigantes infligen serias heridas a sus depredadores: en los buques balleneros dedicados al desguace de los cetáceos puede verse cómo los grandes machos de cachalote están a veces cubiertos de cicatrices producidas por el pico córneo de estos cefalópodos y por las potentes ventosas de sus formidables tentáculos.

Las series de sonidos que los cachalotes emiten les sirven también de lenguaje cuando están en sociedad. Si sumergimos un hidrófono cerca de un rebaño de estos cetáceos, nos sorprenderá la densidad sonora de estas emisiones, así como su variedad. Tintineos, tamborileos, silbidos, mugidos, gritos diversos, etc.: todo esto se sucede a gran velocidad, pero no sin un orden. Diríamos que a veces hablan únicamente por placer.

Esta impresión se ve reforzada cuando se asiste a los juegos de los grandes cetáceos. Los cachalotes saltan fuera del agua, se empujan, se persiguen —en resumen, se divierten—. Por supuesto, se entregan a estas actividades lúdicas sólo cuando ningún barco ballenero se encuentra en las cercanías, por lo que no todo el mundo puede gozar del magnífico espectáculo.

La caza y la conservación

Los cachalotes han pagado un pesado tributo a las actividades balleneras. Su grasa ha enriquecido a generaciones de armadores especializados. Pero fue sobre todo el espermaceti (ese aceite muy puro contenido en el melón de sus cabezas) el responsable de que fueran perseguidos en todos los mares.

Es difícil evaluar el número de cachalotes que poblaban los océanos antes de que los hombres empezaran a matarlos: según algunas estimaciones debía de estar comprendido entre 500.000 y un millón. Actualmente quedan menos de 200.000, según los censos más optimistas.

La Comisión Ballenera Internacional ha intentado imponer cuotas de captura a los países balleneros, pero éstas han sido rara vez respetadas (de cualquier forma, siempre fueron demasiado elevadas). La C.B.I. ha obtenido mejores resultados cuando ha pedido que no se toque a los cetáceos de algunas regiones del océano.

A partir de ahora, el problema se plantea en términos más radicales: ¿queremos o no que sobreviva el cachalote (y con él los otros cetáceos)? Si lo deseamos, una moratoria total debe ser decretada para todas las especies.

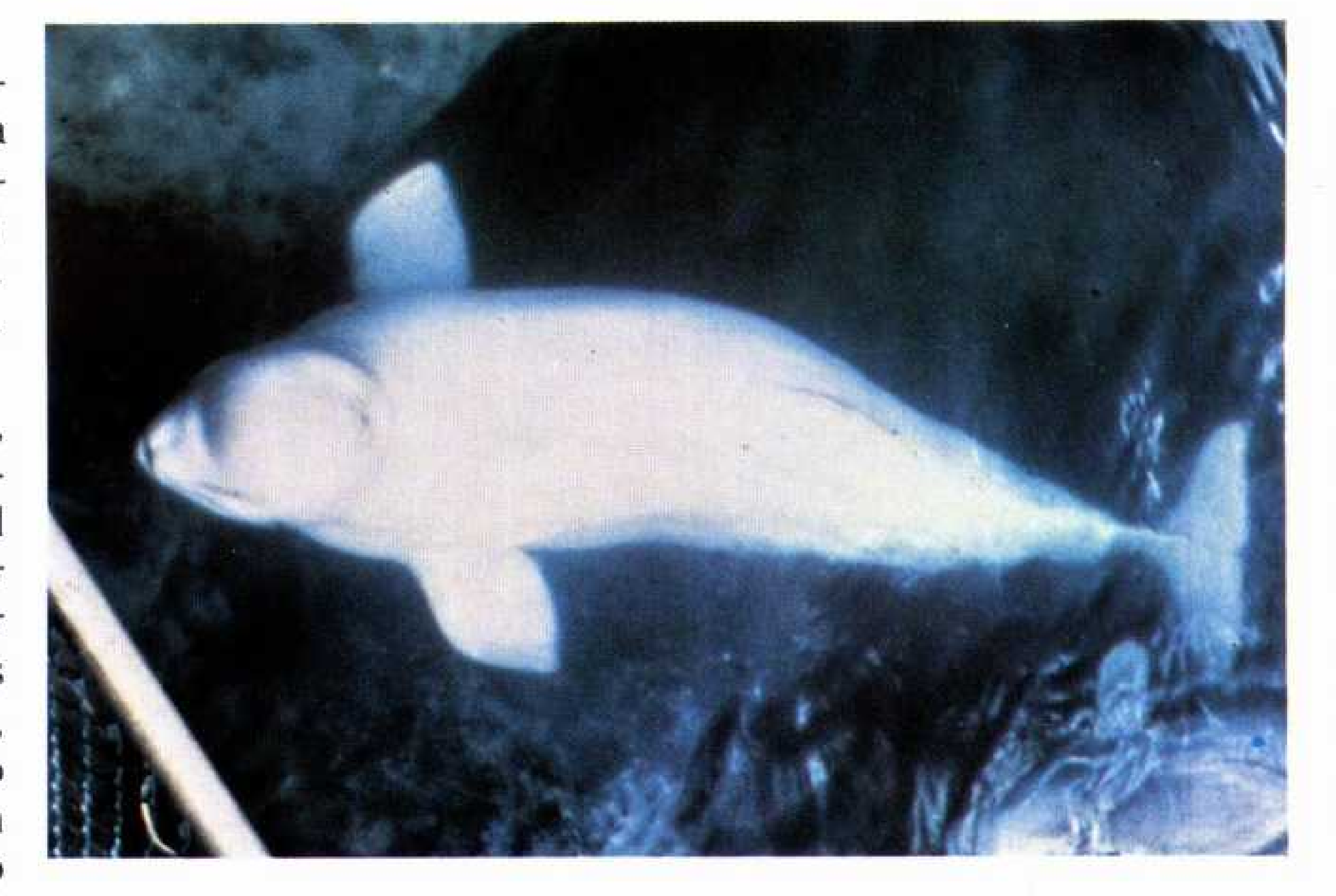
Los cachalotes no padecen sólo los efectos de la caza. Son sensibles a la contaminación. Los hidrocarburos desparramados sobre la superficie de los océanos por los barcos que limpian sus depósitos o por las mareas negras accidentales afectan a su salud. Algunas sustancias químicas perturban probablemente el funcionamiento de su oído. Es un grave peligro para los cetáceos, ya que su sistema de ecolocación se ve alterado. Las encalladuras de estos animales (la prensa sensacionalista habla de suicidios) parecen haberse multiplicado desde hace unos años. Realmente han existido en cualquier época, y los responsables son quizá los gusanos parásitos del oído interno. Pero el hecho de que se vayan haciendo cada vez más frecuentes hace pensar que la contaminación las favorece.

Algunos cetáceos se ven cada vez más molestados en su existencia cotidiana por el desarrollo del turismo. Las ballenas grises de California, por ejemplo, que están estrictamente protegidas, deben enfrentarse ahora a enemigos que quieren su bien: los amantes de la naturaleza que fletan barcos para ir a admirarlas a los criaderos de la Baja California o durante su migración cerca de las costas de California (el estado norteamericano). La caza fotográfica, aunque sea de inspiración pacífica, puede también causar estragos.



Un difícil salvamento. *Los buceadores del* Calypso *han localizado a un joven cachalote atrapado en una red (arriba, a la derecha). Intervienen para intentar liberarle (abajo, a la derecha), bajo la sorprendida mirada de un mero; el cetáceo, por fin libre, presenta en su cabeza profundas heridas causadas por las cuerdas de la red.*

Belugas y narvales



La beluga. *Esta ballena blanca típica de las aguas árticas vive en grandes grupos y come peces. Este gran delfín pertenece a una familia que se diferencia de los verdaderos delfines por sus vértebras cervicales. La especie no se halla en peligro en el océano Artico, pero el rebaño del golfo de San Lorenzo, que la contaminación ha convertido en estéril, parece condenado.*

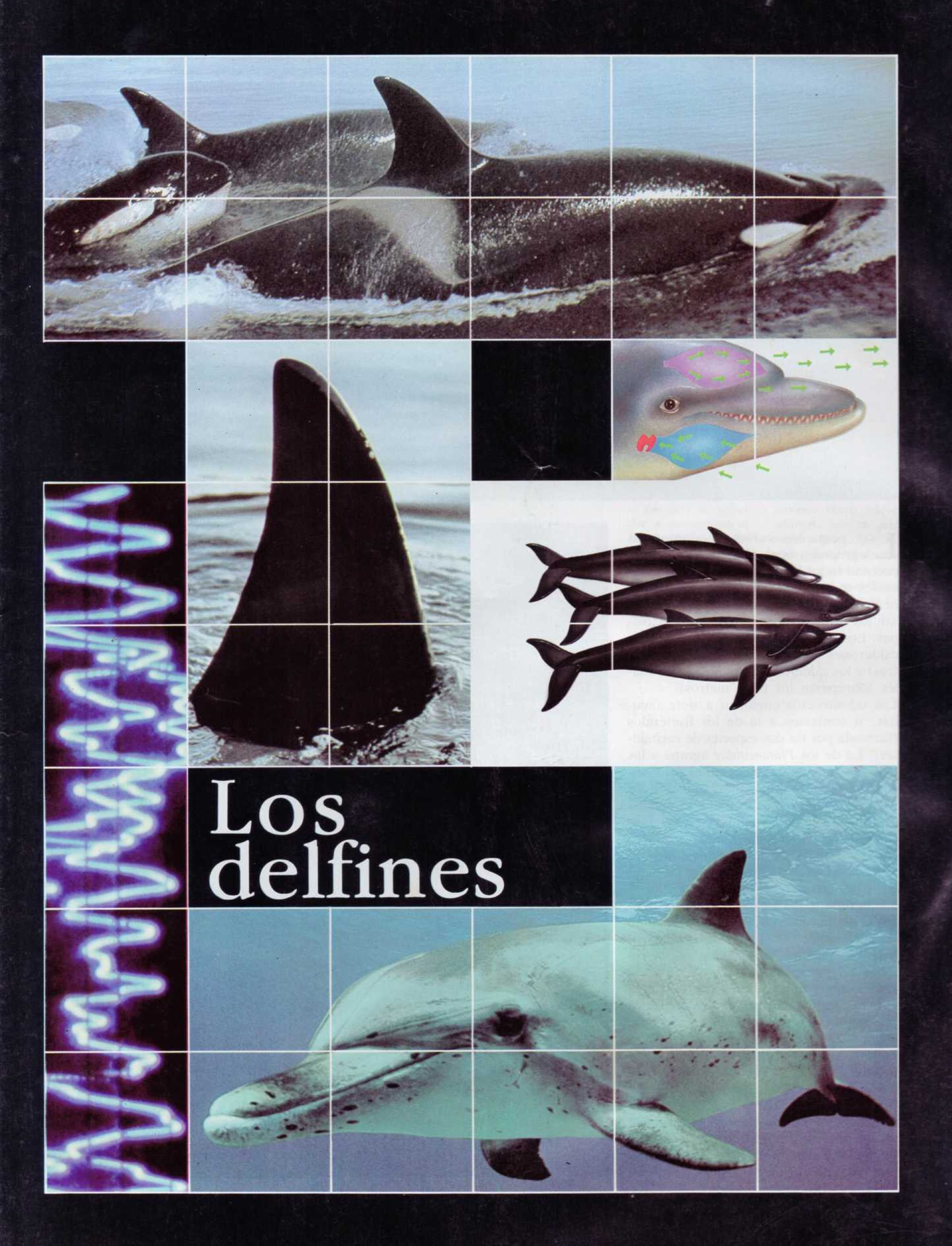
EXISTE una ballena blanca, una ballena normalmente inmaculada: es la beluga. Este animal *(Delphinapterus leucas)* pertenece, al igual que el narval (o monodon, o unicornio; para los científicos, *Monodon monoceros)*, a la familia de los monodóntidos.

Las belugas viven en grupos numerosos, que agrupan a veces de 30 a 50 individuos, pero únicamente en los mares del Artico. Su nombre les ha sido dado por los rusos. Se caracterizan, además de por el color blanco de los adultos (los jóvenes son grisáceos), por su cuerpo rechoncho, por su frente prominente y por el hecho de que no tienen aleta dorsal. Alcanzan 5,5 metros de longitud, siendo el macho un poco más grande que la hembra. Las belugas son perpetuos migradores que están a gusto entre los hielos, bajo los cuales encuentran una profusión de peces. El invierno les obliga, sin embargo, a descender a veces hacia el sur, hasta las costas de Terranova, Escocia y Dinamarca. Existe un rebaño en el golfo de San Lorenzo que remonta el río y sus afluentes, pero que sufre la contaminación química de las aguas locales.

Hasta una época reciente, las belugas no habían sentido sobre sus carnes el arpón de los hombres (sólo el de los indígenas del Gran Norte, los esquimales, que deberíamos llamar inuit). En los últimos años, los soviéticos han matado un mayor número para rellenar los huecos dejados por la progresiva desaparición de las especies de ballenas comerciales.

El narval merece plenamente su nombre de unicornio marino. Los machos de esta especie están dotados, en el lado izquierdo de la boca, de un diente hipertrofiado, en espiral, en forma de espada, que utilizan como defensa y que sobrepasa a veces los 2,5 metros de longitud. Su cuerpo gris claro está salpicado de manchas grises oscuras. La extraña silueta de los narvales les ha llevado, por supuesto, a ser los protagonistas de numerosas leyendas que los marinos difundían. Su pretensión era que agujerearan el casco de los barcos o, por el contrario, que su presencia constituye un buen augurio. Los hombres los cazaron únicamente para hacerse con su cuerno, considerado como un preciado trofeo. Sin embargo, en la actualidad son objeto de campañas de captura industrial, como muchos otros cetáceos de talla media que no eran molestados antaño.

Los narvales habitan solamente en los mares del Artico. Son los compañeros de los hielos. Migran hacia el sur en invierno, pero nunca se alejan mucho de la banquisa. Se alimentan de peces, pero también de moluscos y de holoturias (pepinos de mar), que van a buscar hasta el fondo.


Los
delfines

Los pequeños odontocetos

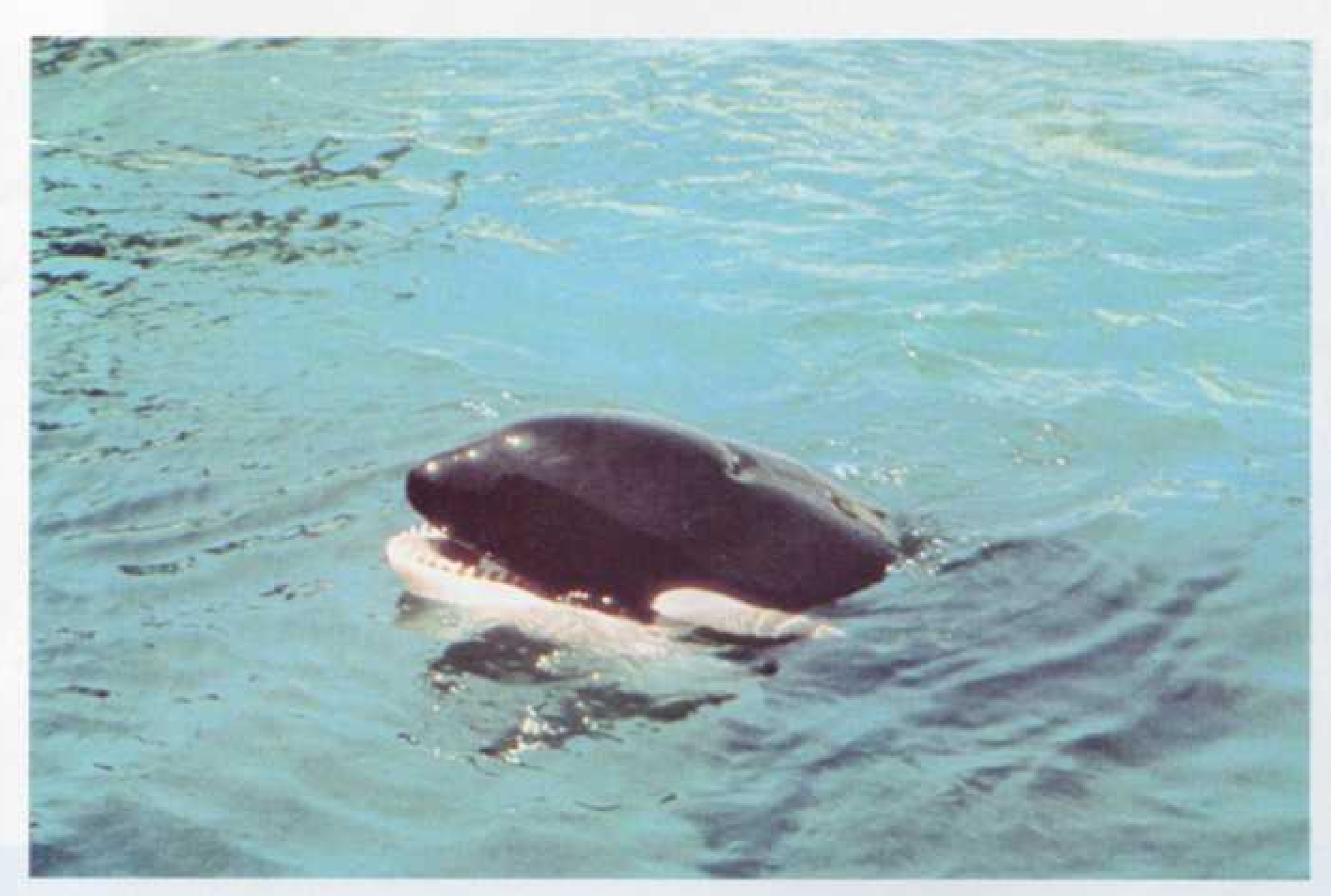


Los pequeños cetáceos odontocetos agrupan a unas 45 especies que frecuentan todos los mares, y algunas de las cuales se han adaptado a las aguas continentales. Los más pequeños no sobrepasan los 1,5 metros de longitud: las marsopas. Los mayores son las orcas, los zifios calderones (que alcanzan los nueve metros) y los calderones (algunos de los cuales sobrepasan los ocho metros).

Los odontocetos engloban a siete familias, si contamos a la de los fisetéridos (formada por las dos especies de cachalotes). La de los *Platanistidae* agrupa a los delfines de agua dulce, como el del Ganges, la inia del Amazonas, el delfín de Yangtsé-Kiang y el de la Plata. La familia *Ziphidae* es la de los zifios, como el zifio calderón (o *Hyperoodon*), el zifio común, etc. La familia de los *Delfinateridae*, o *Monodontidae*, está formada por las belugas y los narvales. La familia de los *Stenidae* agrupa tanto a especies marinas (como el delfín bastardo, por ejemplo) como de agua dulce (el sotalia de la Amazonia). La familia *Phocaenidae* engloba a todas las marsopas.

Los delfines típicos, que constituyen la familia *Delphinidae*, se dividen en varias subfamilias. La de los *Orcinae* engloba, además de las orcas *(Orca)* y de las orcas bastardas *(Pseudorca)*, a los calderones *(Globicephala)*. La de los *Cephalorhynchinae* y la de los *Lissodelphinae* están formadas por pocas especies. Por el contrario, la de los *Delphininae* comprende muchísimas: en el género *Stenella* (más de diez especies) podemos citar al delfín moteado; en el género *Delphinus*, al del-







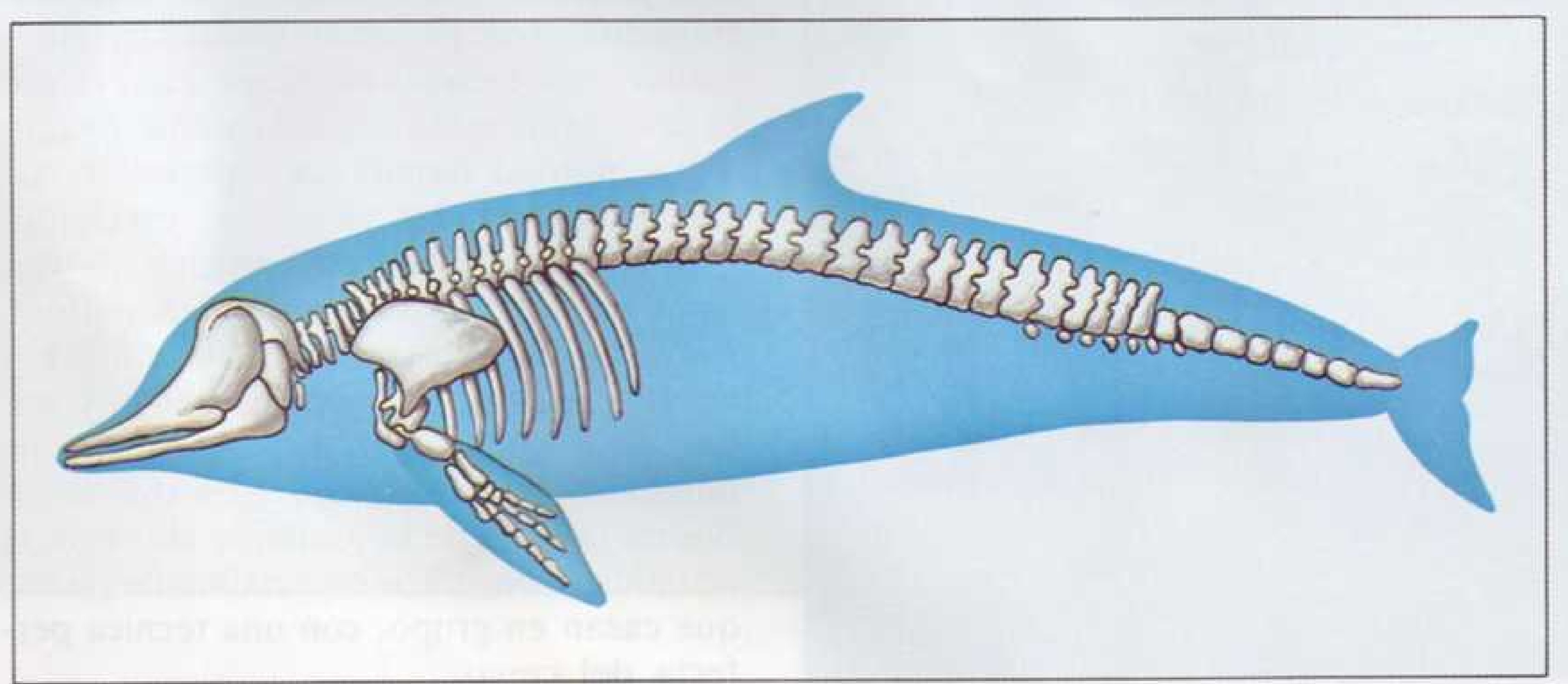
La orca. *Su nombre científico es* Orcinus orca. *Se trata del más grande y el más fuerte de los delfines, y el mayor depredador del mar. No teme a ningún animal (excepto al hombre), ya que une su fuerza y su velocidad a su inteligencia. Los balleneros le llamaban ballena asesina, porque se defiende cuando es atacada. Pero las investigaciones llevadas a cabo sobre su comportamiento demuestran que deberíamos llamarla mejor «el intelectual de los mares», debido a sus grandes capacidades de inteligencia y de razonamiento. La orca se reconoce fácilmente por su talla imponente (hasta nueve metros), por su piel negra y blanca, por su aleta dorsal en forma de hoz y por su gran boca, cuya mandíbula inferior está dotada de numerosos dientes cónicos.*

fín común; en el género *Grampus*, al delfín gris; en el género *Tursiops*, a todos los delfines mulares (en especial, al gran delfín mular del Atlántico, *Tursiops truncatus*, especie que ha sido objeto del mayor número de estudios y experimentos); en el género *Lagenorhynchus*, al delfín de flancos blancos, etc.

Los pequeños odontocetos, ya sean cosmopolitas (orcas, orcas bastardas, zifios calderones, delfines comunes, etc.) o, por el contrario, estén estrechamente ligados a un biotopo (como las especies fluviales), son animales elegantes, excelentes nadadores y buceadores, además de viajeros infatigables. Algunos tienen itinerarios migratorios precisos. Pero muchos de ellos gustan de recorrer millas y millas un poco al azar, a la búsqueda de alimento. Son superdepredadores, situados en la cima de la pirámide alimentaria acuática. Consumen esencialmente peces, que cazan en grupo, con una técnica perfecta del cerco.

Las costumbres del delfín mular

Los delfines mulares *(Tursiops)*, el más conocido de los cuales es el del Atlántico *(T. truncatus)*, son animales bastante frecuentes en alta mar, que se aventuran también frecuentemente en los estuarios de los ríos o en las lagunas costeras, a la búsqueda de sus presas.
Los machos adultos alcanzan una longitud de más de tres metros y un peso del orden de 250 kilogramos. Consumen alrededor de diez kilogramos de peces al día, y no desprecian a los calamares y a las gambas.
Los pescadores los acusan de competencia desleal y en algunos casos no dudan en realizar matanzas con ellos.
Por supuesto, que los hombres quieran disponer de todo el alimento que ofrece el mar es una pretensión exorbitante. Los delfines existían antes que nosotros y nunca pusieron en peligro el equilibrio básico del océano, contrariamente a lo que hacemos nosotros al practicar nuestra pesca industrial. Los *Tursiops* no son los únicos en padecer la venganza de los pescadores. Los delfines comunes y otras especies cazan con los atunes y son capturados en las redes destinadas a estos últimos. En esas ocasiones, los pescadores de atunes de varios países (especialmente los japoneses) los matan en grandes cantidades sin ninguna piedad.
El delfín mular produce un potente surtidor cuando emerge. Su otro nombre de «hocico de botella» caracteriza la forma del hocico. El animal posee pequeños ojos chispeantes de inteligencia, y la forma de la comisura de los labios da impresión de una perpetua sonrisa. Esta particularidad anatómica es en gran parte responsable del éxito que obtiene en los delfinarios: todo el mundo le encuentra simpático.
Los delfines mulares se desplazan en su medio natural en grandes grupos, pero no realizan migraciones; se mueven en un gran territorio, a la búsqueda de su alimento.



La natación del delfín. *La perfecta línea hidrodinámica del delfín atestigua su alto grado de adaptación a la vida acuática. Gracias a ello es capaz de lograr extraordinarias marcas: nada a más de 60 kilómetros por hora, realiza saltos de tres metros de altura por encima de la superficie, y de cinco metros de longitud. A pesar de su velocidad, los delfines temen a algunos enemigos: concretamente, entre los grandes animales, a los tiburones (que les atacan cuando están aislados o enfermos) y a las orcas, primos suyos. Pero son sensibles a las enfermedades víricas y bacterianas, y padecen de parásitos internos o externos, como lo muestran las fotografías de la página siguiente.*







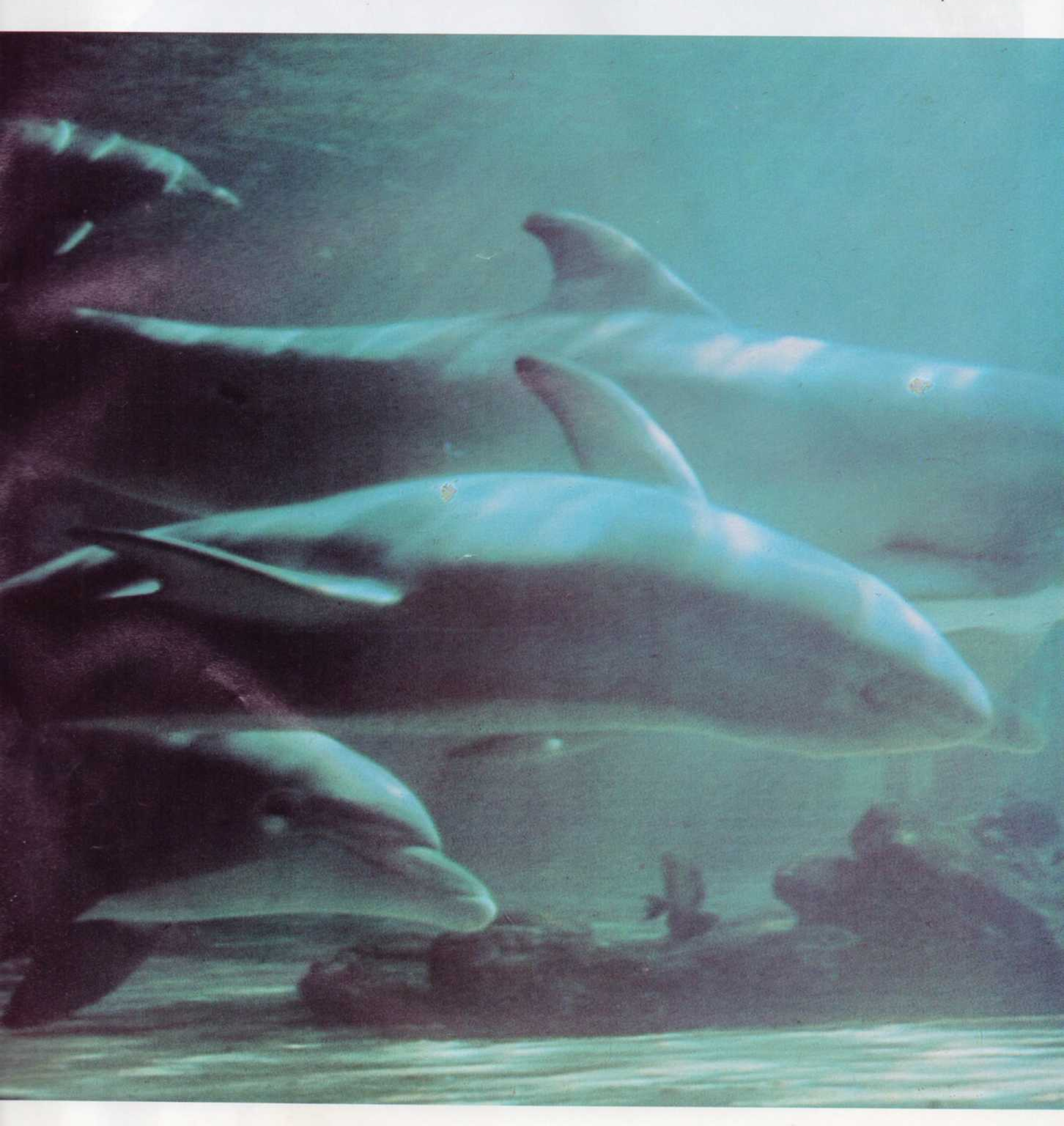
En general no necesitan sumergirse a grandes profundidades para encontrarlo: unos treinta metros. Bucean durante períodos que no sobrepasan los dos o tres minutos. En caso de peligro pueden nadar a gran velocidad (más de sesenta kilómetros por hora), permanecer bajo el agua cinco o seis minutos y descender a 300 metros (pero esta marca parece excepcional).

Los delfines mulares se varan a veces individualmente en las costas. Mueren rara vez en gran número, como ocurre todos los años con los calderones. Suponemos que estos «suicidios» de cetáceos se deben en todos los casos a desajustes de su sistema de ecolocación. Estos desajustes son causados a menudo por gusanos parásitos que se acumulan en su oído interno.

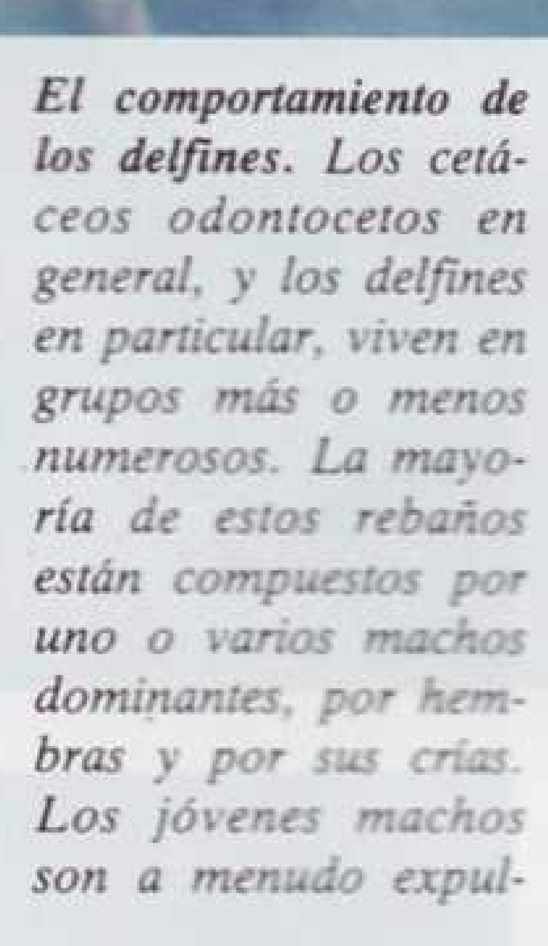
La esperanza de vida de los delfines mulares sobrepasa los veinticinco años, con la condición de que permanezcan en grupo, ya que no soportan la soledad. Privados de la compañía de los delfines de su especie, con los que pueden conversar y jugar, se hunden en la neurastenia y mueren de tristeza.

La vida social

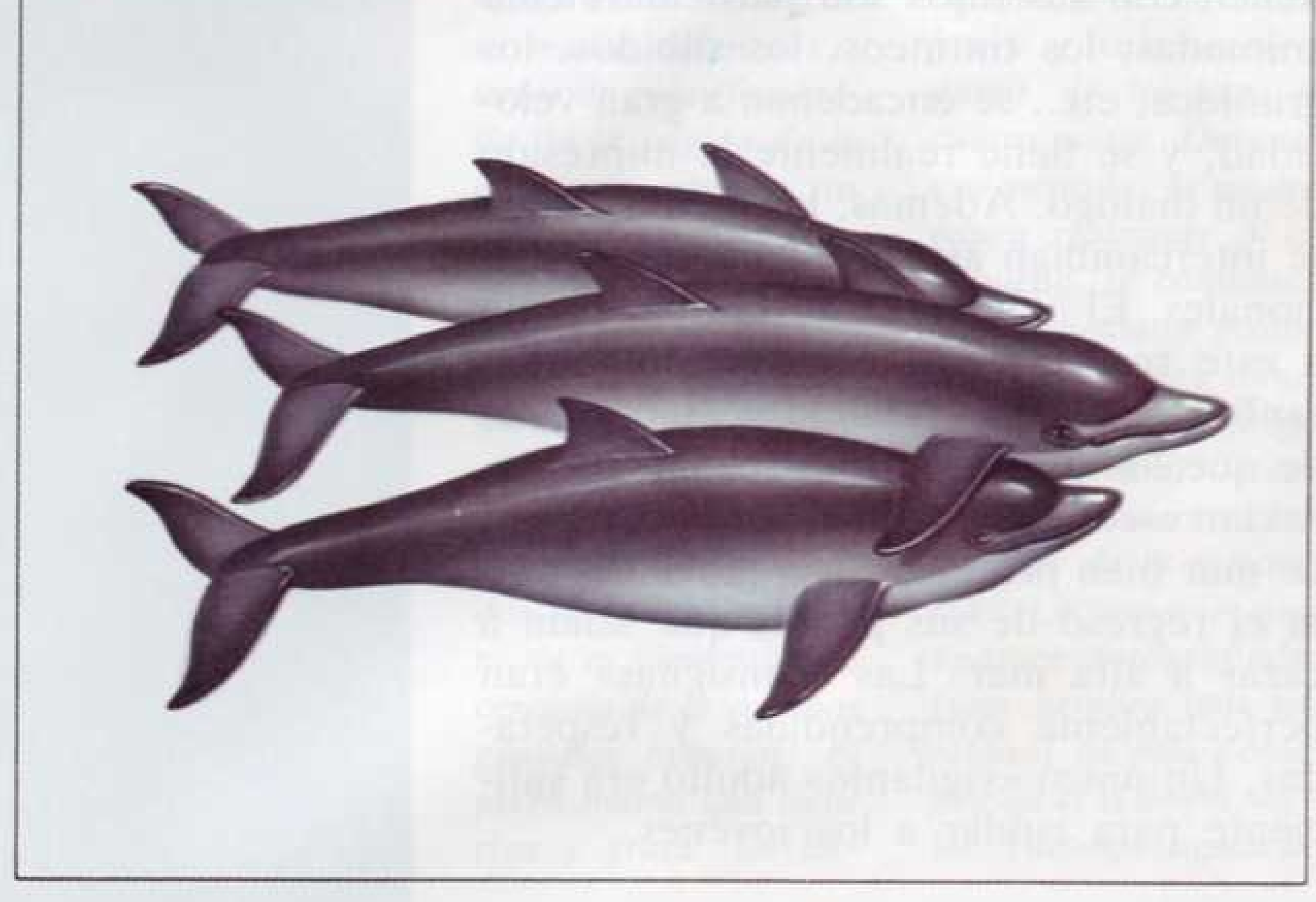
Los delfines son animales eminentemente sociales; privados de la compañía de sus semejantes languidecen. Un joven delfín retirado de su madre y del rebaño no adquiere ni el lenguaje ni el conocimiento de su especie. Es incapaz de sobrevivir en libertad.
El rebaño típico se compone de varias hembras maduras acompañadas por su cría del año, de un cierto número de jóvenes inmaduros de ambos sexos y de uno o varios machos dominantes. Los jóvenes machos sexualmente maduros son por lo general apartados de la gran familia, y se reúnen en grupos antes de probar su suerte individualmente e intentar imponerse como reproductores de un rebaño familiar.
La vida en grupo tiene muchas ventajas. La primera de ellas es que permite asegurar la defensa colectiva de los individuos, en especial de los jóvenes. Los principales enemigos de los delfines son (además de las orcas, que no tienen por su parte ningún enemigo, excepto el hombre) los tiburones. Estos atacan a las crías, a los enfermos y a los heridos. Cuando aparecen los escualos, los delfines del grupo hacen frente: los atacan con ferocidad, dándoles con todas sus fuerzas cabezazos en el hígado. Los tiburones ganan fácilmente la partida a un delfín aislado y debilitado; pero arriesgan su pellejo contra una banda de cetáceos organizada.
La vida en sociedad facilita igualmente la búsqueda y la captura de las presas. Los



delfines que encuentran un banco de peces lo rodean inmediatamente, de manera que puedan devorar el mayor número posible. Los cetáceos tienen una perfecta técnica de caza. Saben conducir a sus futuras víctimas a estrechas bahías donde se ven atrapadas. El equipo de Cousteau ha estudiado recientemente los métodos de caza de los delfines en Carolina del Sur; los cetáceos ojean a los peces hacia las costas fangosas en las que los obligan a vararse, y los recogen uno por uno; la cacería se desarrolla de forma perfectamente sincronizada. Todos los ojeadores obedecen las órdenes (silbidos) de un jefe. Asimismo, el equipo de Cousteau había filmado hace varios años la extraña cooperación que se había establecido entre los delfines y los indígenas imragen de la costa de Mauritania: durante la época de migración de los múgiles, los cetáceos los empujan hacia las redes colocadas cerca de la costa: el producto de la pesca se reparte entre los delfines y los hombres. La vida en grupo proporciona además ocasiones de intercambio de frases, de informarse mutuamente de la situación, de pedir asistencia a los otros miembros del grupo en caso de enfermedad, etc. Como los demás cetáceos, los delfines no tienen grandes dificultades en encontrar alimento: el resto del tiempo lo dedican a gozar de la vida. Los juegos tienen para ellos una gran importancia. Desarrollan mucha actividad: saltan, se persiguen, hacen *surf* sobre las olas, etc.



El comportamiento de los delfines. *Los cetáceos odontocetos en general, y los delfines en particular, viven en grupos más o menos numerosos. La mayoría de estos rebaños están compuestos por uno o varios machos dominantes, por hembras y por sus crías. Los jóvenes machos son a menudo expulsados de estos harenes, y se reúnen en hordas a la espera de probar suerte y conquistar a su vez a una hembra para formar su familia. Las relaciones son múltiples en el gupo de delfines, probablemente tan variadas y tan numerosas como en un grupo de hombres. Los delfines se comunican entre sí mediante posturas (señales visuales), caricias o informaciones táctiles, y por un lenguaje sonoro, compuesto por tintineos, silbidos, borboteos, etc. Las ilustraciones de esta doble página muestran tres actitudes típicas de un grupo de delfines. Abajo: dos delfines sostienen a otro, herido o enfermo.*



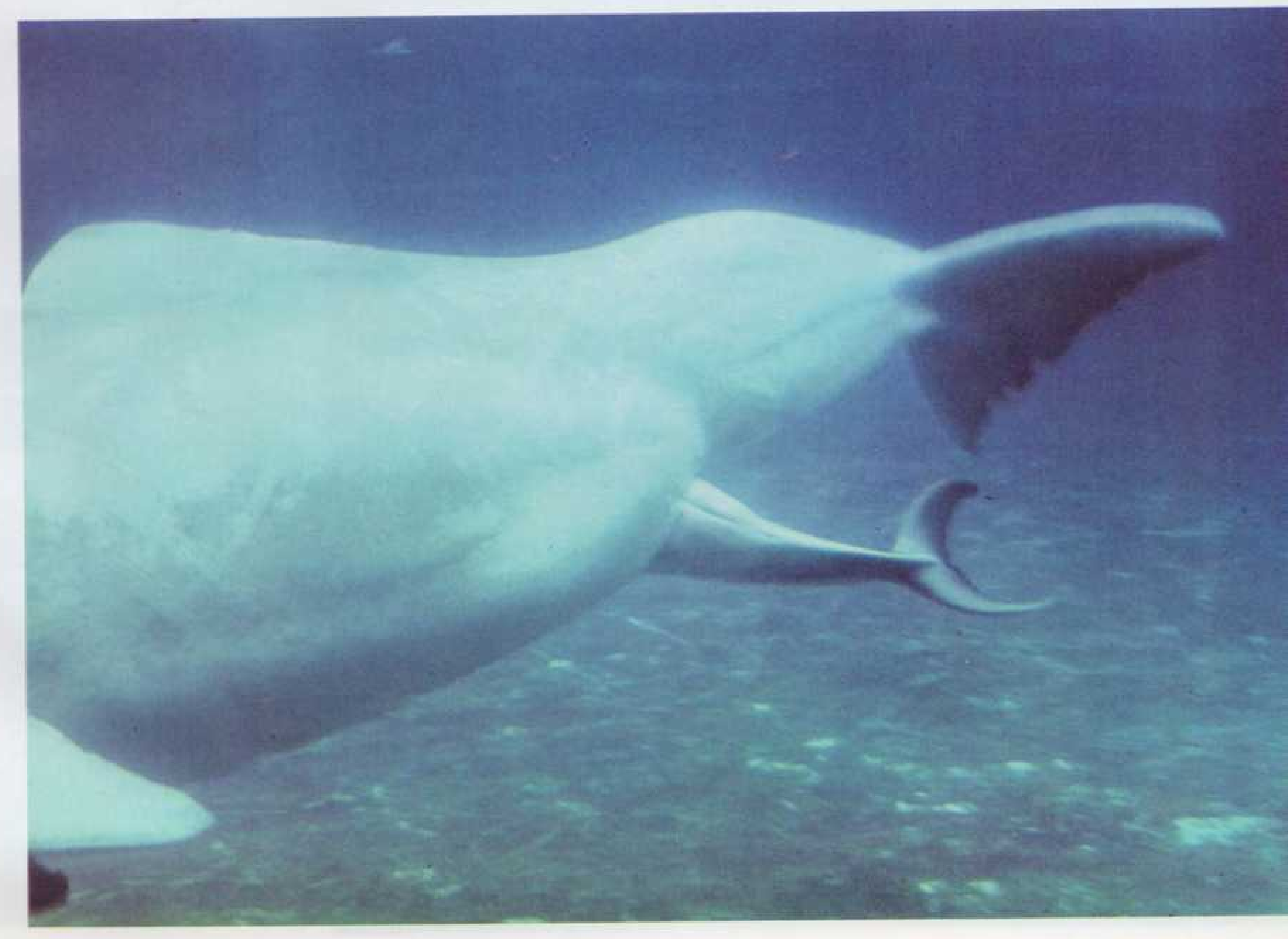
Los cuidados prodigados a los jóvenes

LAS hembras del delfín son sexualmente maduras a los cuatro o cinco años, mientras que los machos, aunque son fisiológicamente maduros a la misma edad, no cuentan con grandes probabilidades de lograr descendencia antes de los doce o trece años. Es entonces cuando se hacen lo bastante fuertes para desafiar a los dominantes de un rebaño y obtener un puesto junto a ellos. La gestación dura alrededor de catorce meses. Los partos tienen lugar generalmente en primavera. Las madres dan a luz en el agua, pero escogen regiones tranquilas del océano. Se alejan un poco del rebaño, aunque son ayudadas durante el parto por una o varias hembras (las «tías»).

El grupo permanece al alcance de la voz: al menor peligro, los machos acuden para defender a la madre y a su recién nacido. Este sale del vientre de su progenitora con la cola por delante. La mayoría de las veces alcanza la superficie por sus propios medios para tomar la primera bocanada de aire. Si tiene dificultades en hacerlo, su madre y otra hembra le ayudarán. Lo sostienen con sus aletas hasta que tenga suficiente fuerza. Poco después, el pequeño mama la leche extremadamente rica que dos glándulas mamarias le envían a presión. Crece con rapidez.

Las madres se ocupan de sus crías con gran cuidado; les enseñan a perfeccionar su natación y a buscar su comida; les hablan sin cesar, y ellos contestan. Por supuesto, los defienden de sus enemigos (tiburones, orcas). Cuando, por desgracia, mueren, sólo abandonan su cadáver mucho después del fallecimiento; algunas parecen estar desesperadas; permanecen día y noche junto al pequeño cuerpo, como si se hubieran vuelto locas. Su evidente dolor ha emocionado a todos los observadores. Esta conciencia de la muerte hace de los delfines nuestros semejantes.

Las conversaciones que las madres mantienen con sus hijos son particularmente animadas; los tintineos, los silbidos, los gruñidos, etc., se encadenan a gran velocidad, y se tiene realmente la impresión de un diálogo. Además, los mensajes que se intercambian así son realmente operacionales. El biólogo D. E. Gaskin cuenta a este respecto una observación interesante: en Nueva Zelanda se dio cuenta de que los jóvenes de un rebaño permanecían escondidos todo el día en un brazo de mar bien protegido, sin moverse, hasta el regreso de sus padres que salían a cazar a alta mar. Las «consignas» eran perfectamente comprendidas y respetadas. Un único «vigilante» adulto era suficiente para cuidar a los jóvenes.



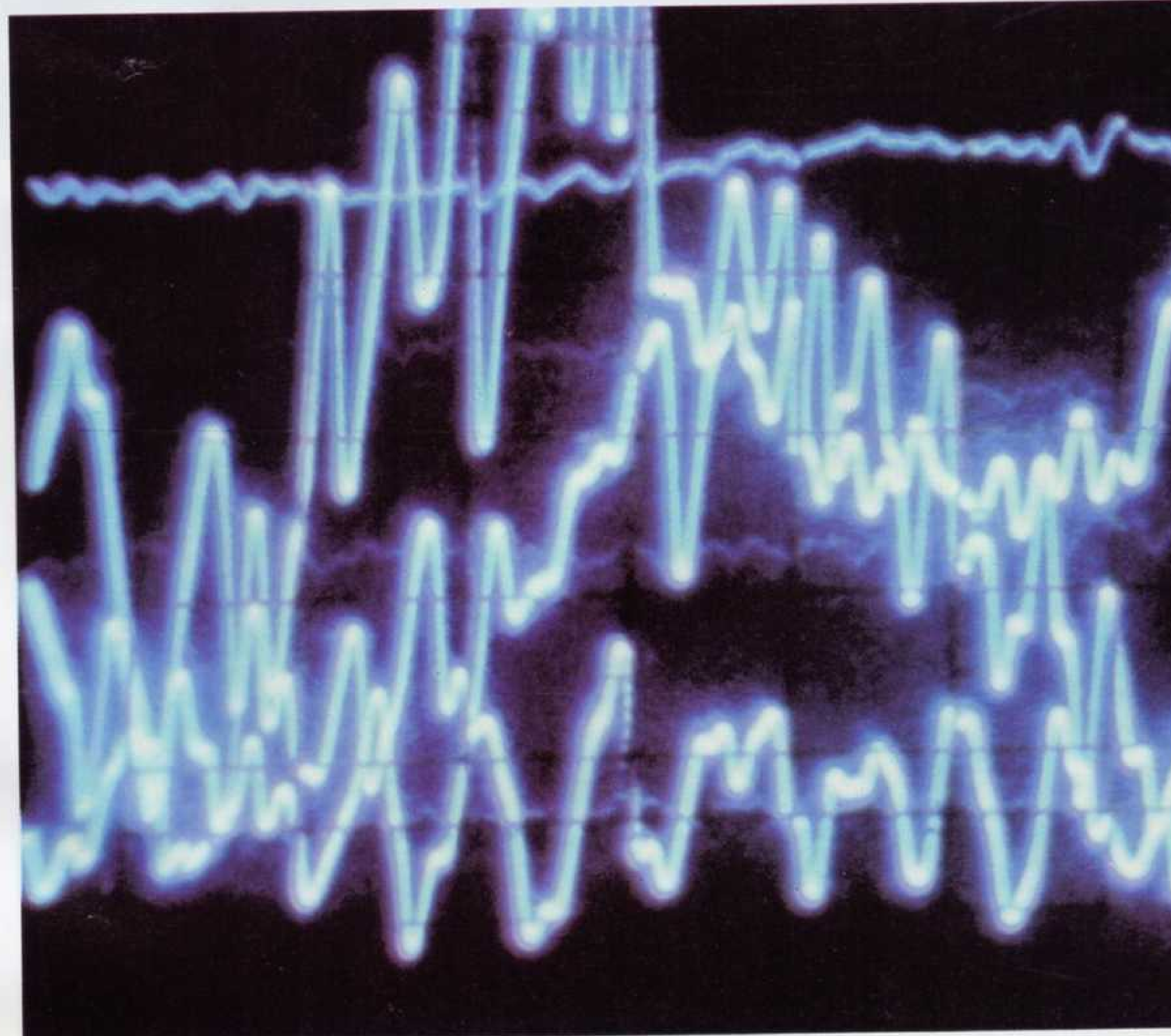


El parto y la crianza de los jóvenes. *Los delfines, después de permanecer unos once meses en el vientre de su madre, salen al exterior de cola (fotografía de la página de la izquierda, abajo); sus madres les ayudan a respirar por primera vez, llevándoles a la superficie y manteniéndoles allí hasta que empiezan a nadar. Los dos pezones de sus madres están situados en la región trasera de su vientre, en la cercanía de lo órganos genitales externos. El joven mama una leche rica y grasa. La lactancia dura alrededor de un año, aunque el joven delfín acostumbra a alimentarse parcialmente a base de peces y calamares a partir de los tres o cuatro meses. Durante este período, la madre educa realmente a su pequeño, se comunica con él mediante posturas y emisiones sonoras, le acaricia, juega con él (arriba), le enseña los placeres y los peligros de la existencia. La especie que aparece fotografiada (una hembra con su retoño) en esta doble página es el delfín mular,* Tursiops truncatus.

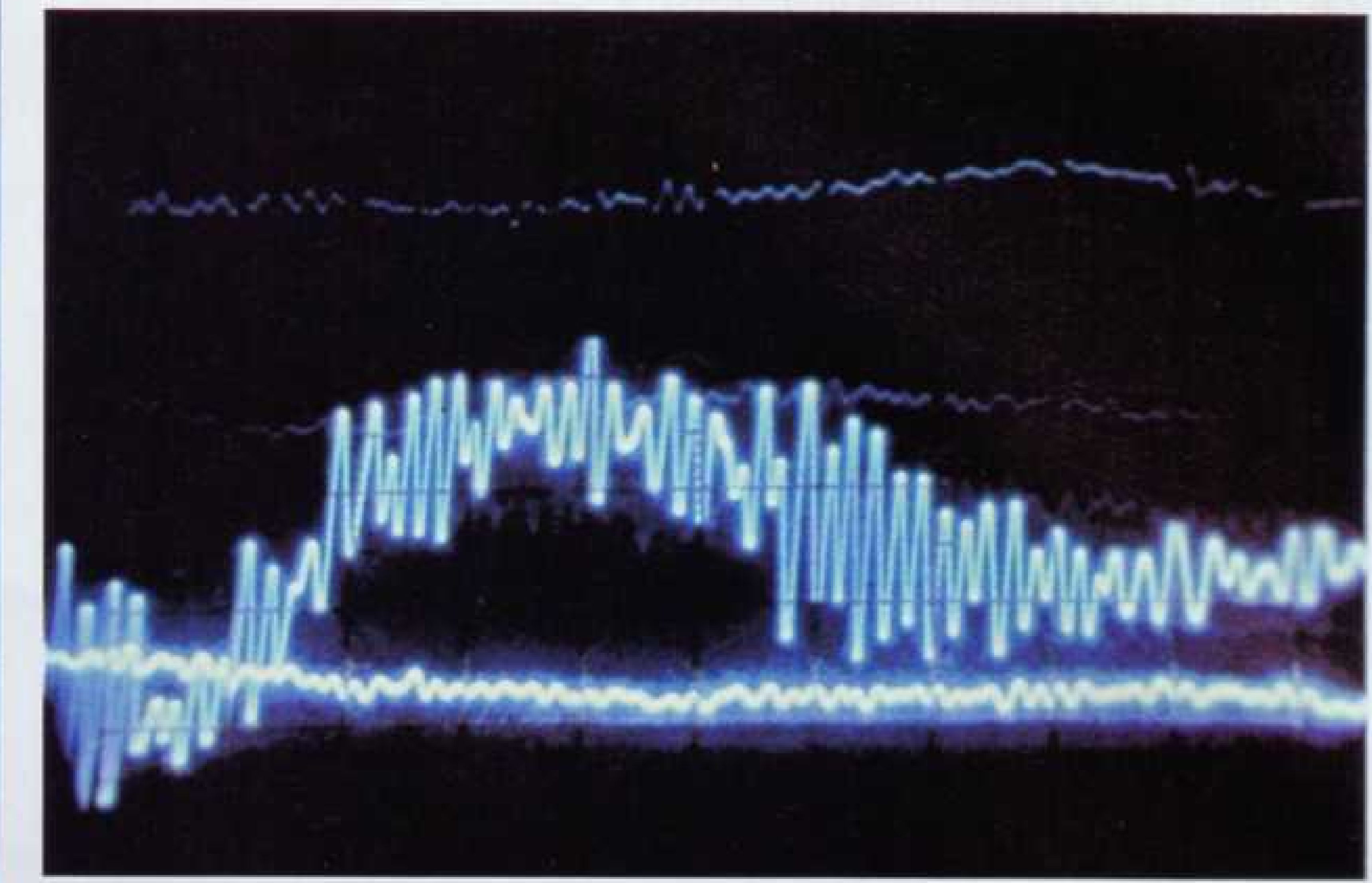
Los sistemas de comunicación

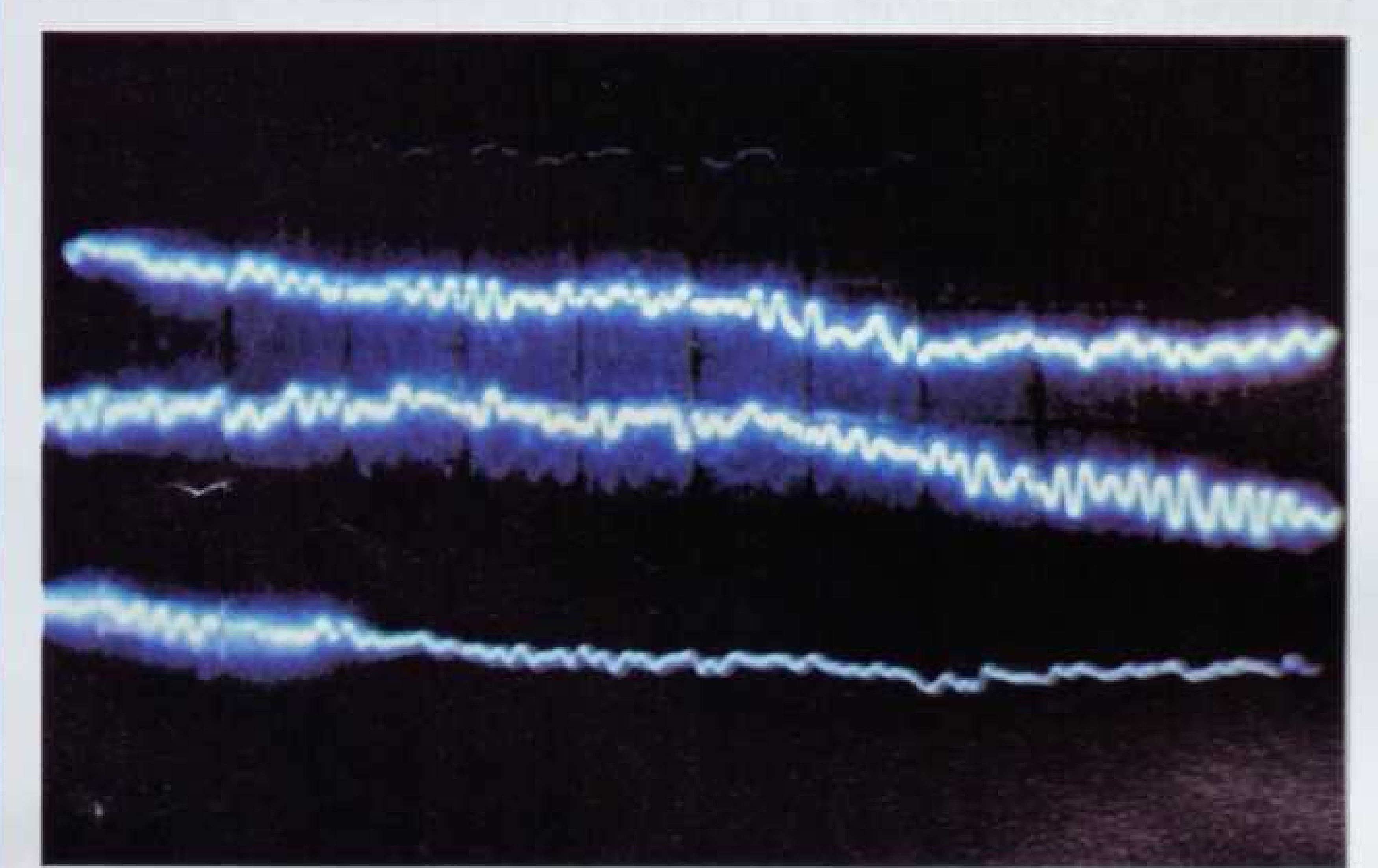
TODOS los animales de una misma especie, aun las más elementales, se comunican entre sí. Intercambian informaciones. Las señales que emiten son reconocidas por sus congéneres. Estas señales son a veces muy burdas: mensajes químicos, olores, feromonas...
En los animales sociales dotados de un alto psiquismo, como los cetáceos, estos mensajes son múltiples. En el caso de los delfines, los más importantes son de naturaleza táctil (toqueteos, caricias, en especial amorosas), visual (posiciones, saltos) y, por supuesto, auditiva. Por el contrario, los cetáceos no tienen prácticamente olfato: sus conductos respiratorios poseen muy pocas células sensoriales, y los lóbulos olfativos de su cerebro están atrofiados.
Los mensajes sonoros, por su parte, están tan individualizados, son tan regulares, tan divididos en secuencias con preguntas y respuestas, que no podemos sino definirlos como lenguaje. Los delfines emiten sonidos infinitamente variados (silbidos, ronquidos, gruñidos, tintineos, tamborileos, etc.). Utilizan para ello su faringe, pero las ondas sonoras que producen son amplificadas por los tejidos adiposos de su cabeza. Elaboran sonidos de una frecuencia comprendida entre 100 y 150.000 hercios (el hombre sólo percibe los que se sitúan entre 100 y 15.000 hercios). Reciben los ecos de estas emisiones por un orificio auditivo minúsculo, cuya impermeabilidad durante las inmersiones está asegurada por un grueso tapón de cerumen. Este conduce, sin embargo, perfectamente las ondas mecánicas, ya que los animales están dotados de un oído prodigioso.
Los sonidos emitidos por los delfines les sirven tanto para dirigirse como para intercambiar mensajes. Se han hecho numerosas investigaciones al respecto, en especial por el profesor R. G. Busnel.
Cuando el delfín quiere orientarse en aguas turbias o durante la noche, empieza en general por emitir sonidos de frecuencia bastante baja, cuyos ecos le dan una idea del panorama general en el que va a evolucionar. Posteriormente, el animal balancea la cabeza de un lado a otro, produciendo sonidos de frecuencias más altas: esto significa que intenta localizar los obstáculos de dimensiones más pequeñas. La exactitud de este sonar sorprende todavía a los especialistas: los delfines son capaces de detectar incluso a varios metros de distancia un hilo de cobre que no exceda de 0,2 milímetros de diámetro.
En el transcurso de sus «conversaciones», los pequeños cetáceos emiten series de sonidos muy estructurados. Algunos investigadores, en especial el doctor Lilly,

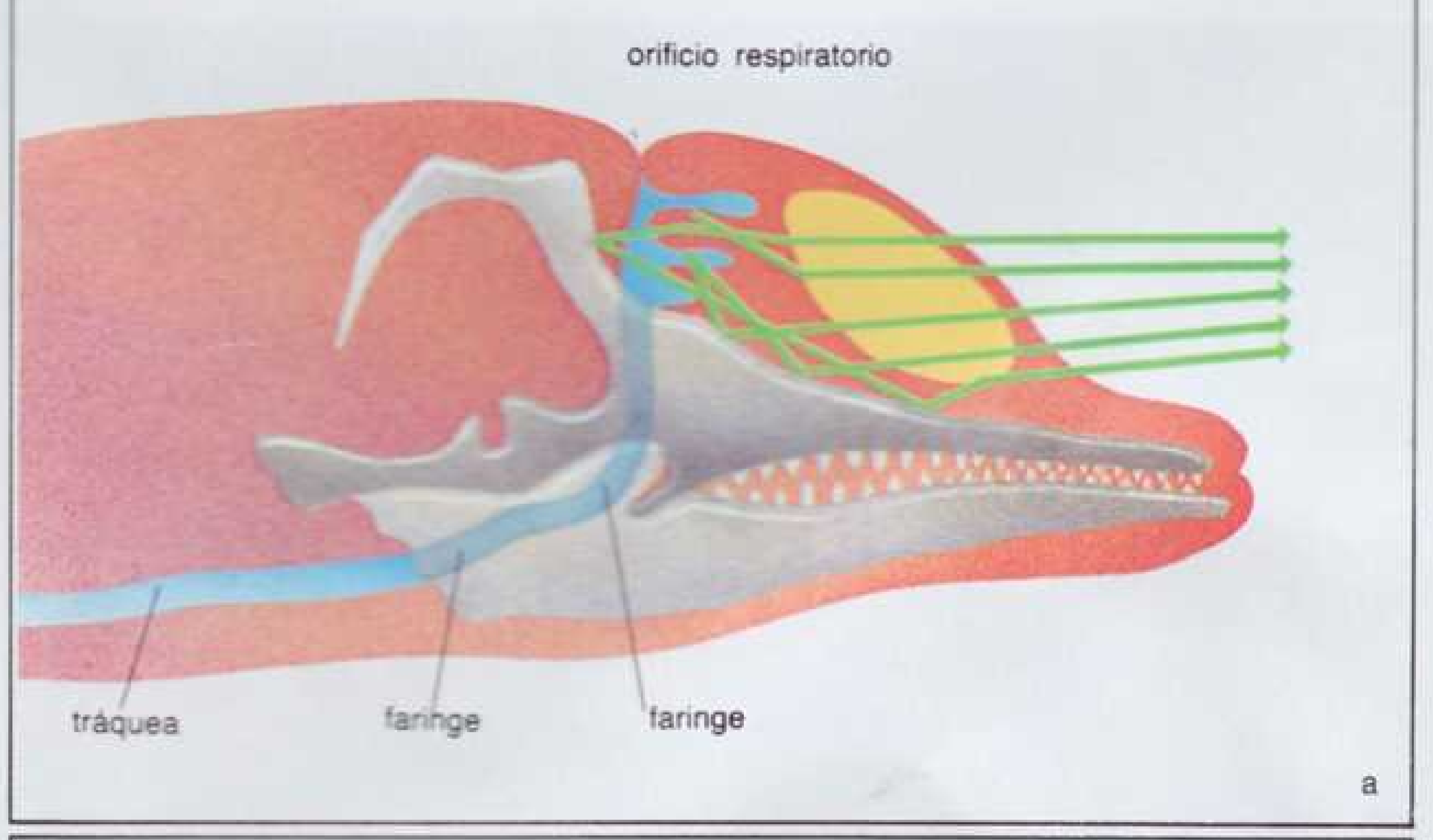


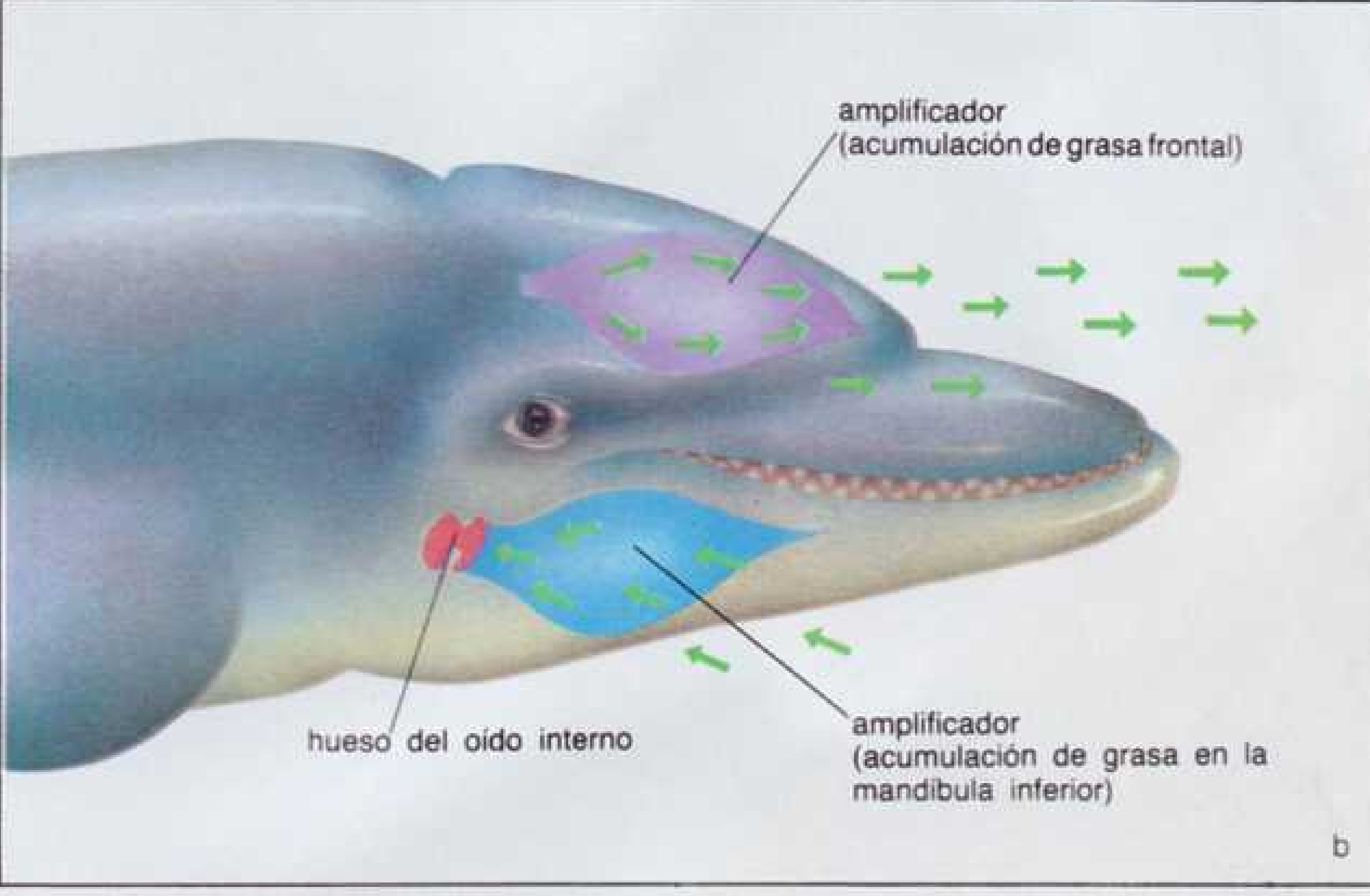














Las emisiones sonoras. *Los dos esquemas muestran los dispositivos de producción de sonidos del delfín (a), y los de la emisión y la recepción (b). El animal utiliza sus señales sonoras por dos motivos: para dirigirse y para comunicarse con sus semejantes. Las fotografías de esta doble página muestran arriba, a la izquierda: un delfín al que se le han tapado los ojos durante un experimento de ecolocación; arriba: un dispositivo experimental destinado a estudiar el lenguaje de estos cetáceos; a la izquierda, y arriba, a la derecha: tres grabaciones de sonidos emitidos por estos animales.*

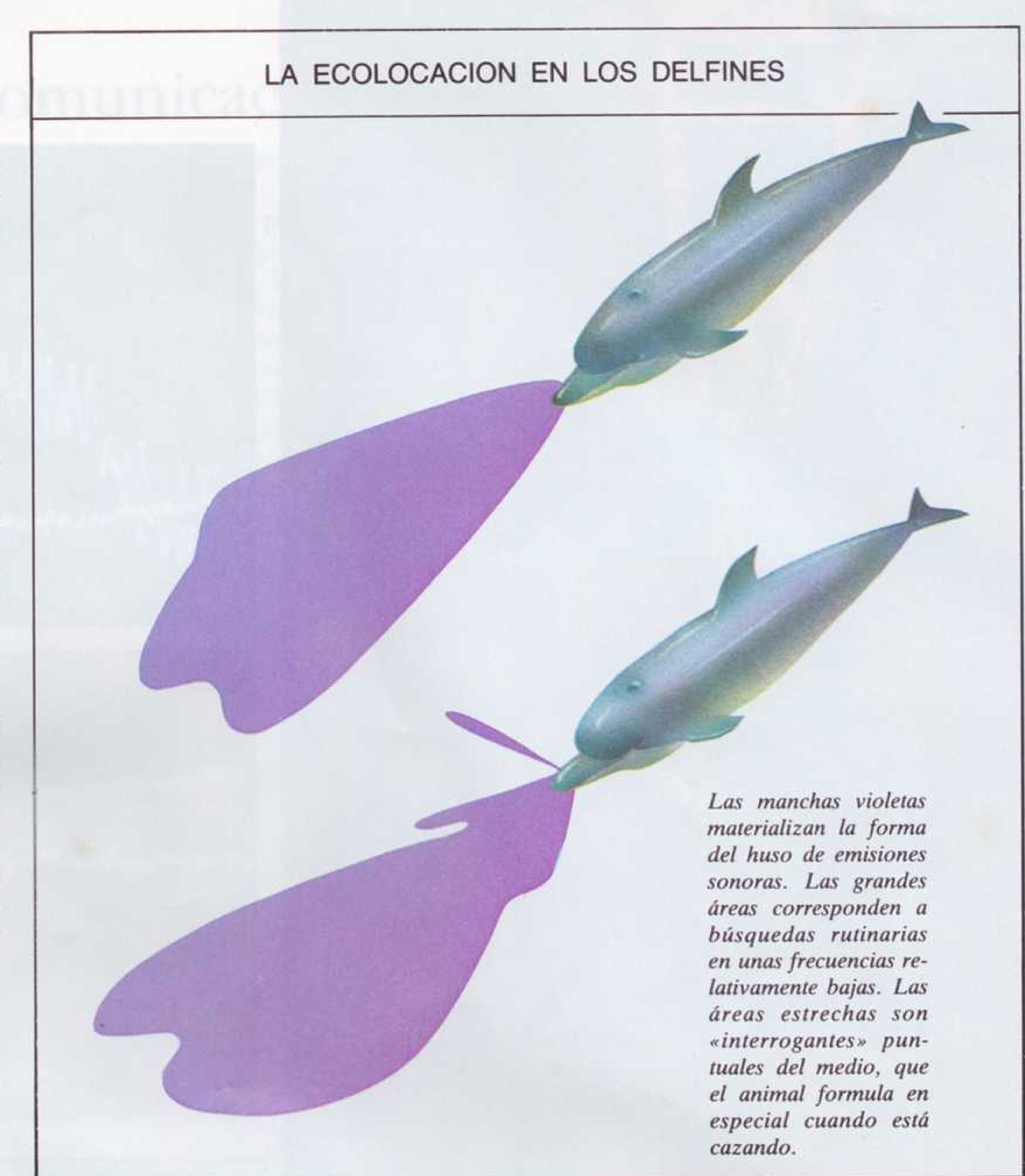
que ha consagrado muchos años a esta cuestión, están convencidos de que existe una verdadera estructura del lenguaje delfín, que podremos traducir algún día al lenguaje humano. Otros especialistas son menos rotundos.

Todo el mundo está de acuerdo, sin embargo, en afirmar que los odontocetos intercambian realmente informaciones cuando están en sociedad. Pero de esto a considerar que poseen un lenguaje totalmente comparable al nuestro hay un paso que no franquean todos los cetólogos.

Los delfines necesitan comunicarse entre sí. Son muy capaces de imitar un gran número de sonidos que no acostumbran a emitir. Los pequeños de esta especie aprenden verosímilmente su lengua. Reciben consignas por parte de los adultos, que comprenden, memorizan y aplican. Los adultos saben informarse entre sí acerca de la proximidad de un peligro y sobre las tácticas apropiadas para enfrentarlo.

No existen pruebas definitivas de que los delfines hablen tan claramente como los hombres, pero hay numerosas hipótesis. Después de todo, para traducir el lenguaje delfín al lenguaje humano tendríamos que poseer claves (una especie de piedra de Roseta), de las que no disponemos hoy y probablemente nunca.

LA ECOLOCACION EN LOS DELFINES



Las manchas violetas materializan la forma del huso de emisiones sonoras. Las grandes áreas corresponden a búsquedas rutinarias en unas frecuencias relativamente bajas. Las áreas estrechas son «interrogantes» puntuales del medio, que el animal formula en especial cuando está cazando.



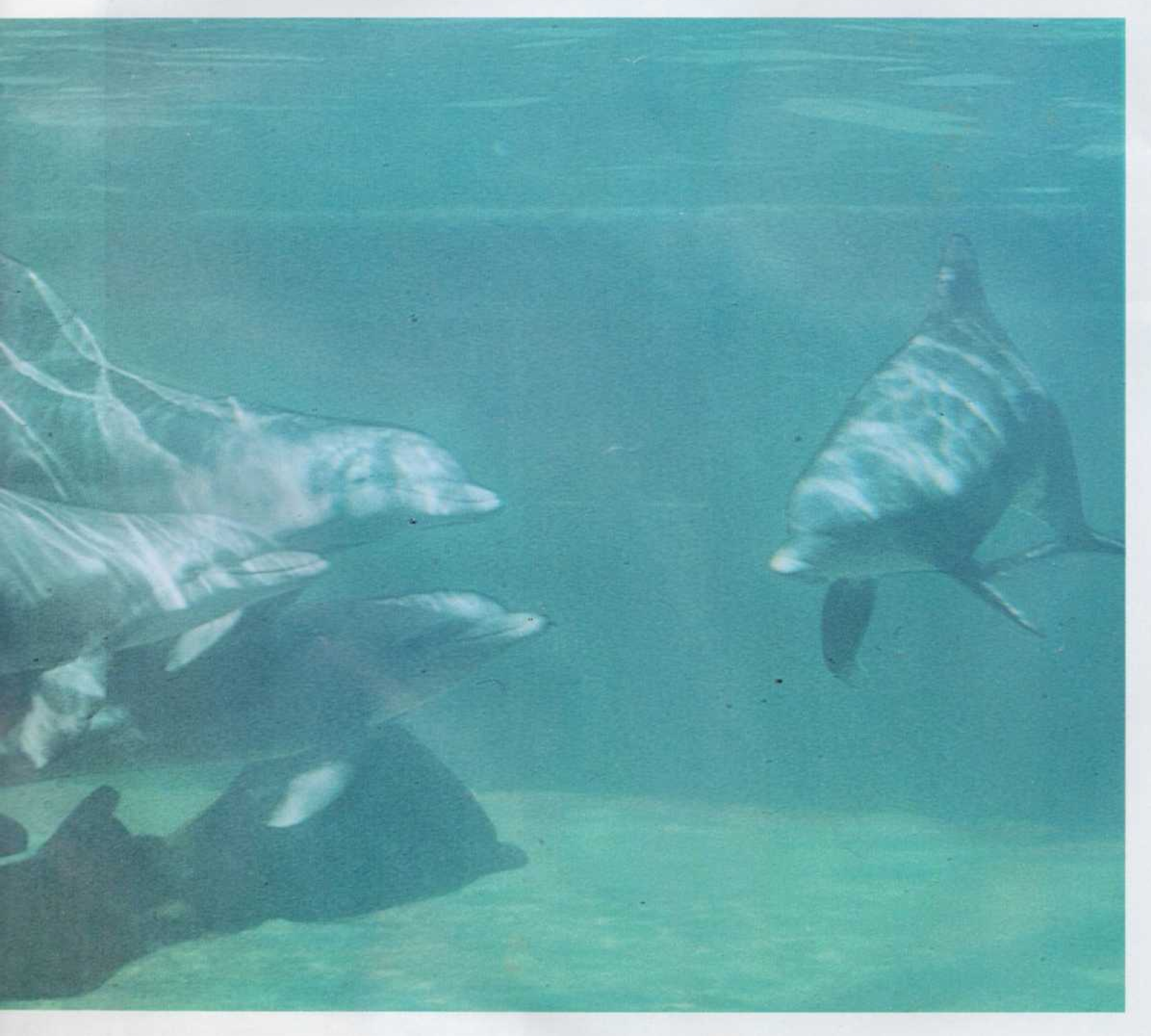


Un sonar perfecto. *Los sonidos emitidos por la región superior del aparato respiratorio del delfín son amplificados y dirigidos por una masa de grasa cefálica (melón). Los que rebotan en un obstáculo vuelven al oído del animal, después de ser amplificados por una masa de grasa de la mandíbula inferior. El cerebro analiza el tiempo que ha tardado el sonido en volver, y de ello deduce con exactitud la naturaleza, las dimensiones y la distancia de los objetos que le rodean. Los delfines descubren los cercados en los que se les encierra (en esta doble página) si están fabricados con hilos de un diámetro superior a 0,2 milímetros.*


Los juegos y la vida social

Los delfines pasan una gran parte de su tiempo jugando. Se procuran generalmente su comida con facilidad, y pueden de esta manera consagrarse en gran parte a los placeres de la existencia. Son numerosos los biólogos que han estudiado sus comportamientos lúdicos, al menos con cetáceos en cautividad, en los delfinarios. Entre estos especialistas hay que citar a los doctores Lilly y Kenneth S. Norris. Los delfines no cesan de inventar nuevos juegos. Hacen *surf* sobre las olas (así como sobre las olas de proa de los barcos). Se persiguen, se tocan, ejecutan números de acrobacia submarina, visiblemente sólo por el placer del ejercicio. Realizan saltos por encima de la superficie. Su velocidad de natación es tal que sacan la totalidad de su cuerpo del elemento líquido, antes de dejarse caer con una gran salpicadura.

A los delfines también les gusta jugar en cautividad. Estos animales no se dejan domar, como otros animales de circo. Los juegos de pelota, de saltos a través de aros, etc., que ejecutan para regocijo de los espectadores en los delfinarios, los realizan por propio placer. No «funcionan» con recompensas y menos aún con castigos. Además, todos los delfines no muestran la misma propensión a ir a buscar al fondo monedas, o a saltar por encima de la superficie para coger un regalo que le ofrece una agradable monitora... Los delfines mulares son particularmente propensos al juego, así como los comunes y los de flancos oscuros del Atlántico sur. Las orcas (los mayores y más inteligentes de todos los delfines) son también muy juguetonas. Pero los intentos de interesar a una inia del Amazonas, o a un platanista del Ganges por las carreras o los juegos de pelota resultarían vanos... Esto no significa que estas especies sean menos inteligentes, menos rápidas o menos «espirituales» que las otras: simplemente, no tienen los mismos intereses, ni la misma manera de llenar sus momentos de ocio. La imaginación de los delfines sólo es comparable al interés que demuestran por la especie humana. Se sabe desde hace tiempo que estos animales no temen demasiado al hombre (a menudo se equivocan al ser tan confiados...) y, aún más, que buscan su compañía. Se citan por doquier ejemplos de amistad entre los hombres y los pequeños cetáceos: la leyenda griega de Arion, salvado de ahogarse por un delfín, tiene su equivalente en cualquier época, no sólo en el Mediterráneo, sino en las costas de Africa y de China, en Nueva Zelanda y en Polinesia. La familiaridad de los delfines con nuestra especie es un hecho real, pero misterioso. ¿Cómo nos percibirán? ¿Por qué aparentan deseos de dialogar con nosotros?



Un sistema de comunicación perfeccionado. *El lenguaje de los delfines ha sido objeto en los últimos años de numerosos y profundos estudios. Realmente todavía no ha podido ser descifrado por ningún especialista, de igual forma que no se ha podido enseñar a los cetáceos ningún lenguaje humano. Algunos biólogos han deducido de estos fracasos que los delfines no se comunican demasiado entre sí. Esto es, probablemente, llegar demasiado lejos. Hay innumerables ejemplos de conductas inteligentes de los delfines, y las investigaciones sobre sus emisiones sonoras han demostrado que utilizan verdaderas frases, que se hablan realmente (con «preguntas y respuestas»). Se han identificado porciones de discursos típicos. Se ha verificado de este modo que intercambian entre sí informaciones elaboradas únicamente mediante el lenguaje (por ejemplo, cuando dos individuos situados en dos estanques comunicados sólo por una compuerta se avisan sobre la existencia de alimento).*



Los problemas de la inteligencia

¿SON inteligentes los delfines? Es difícil contestar negativamente, teniendo en cuenta la capacidad de invención que demuestran en todos sus comportamientos. Disponen de un lenguaje, intercambian informaciones, manifiestan de mil maneras su alto grado de integración social...

Algunos especialistas se niegan a usar la palabra inteligencia, ya que piensan que, por definición, no existe otra inteligencia que la humana. Podemos pensar que su manera de ver las cosas resulta sospechosa. Por otra parte, es difícil asegurar que los delfines hagan gala, en todos sus comportamientos, de sagacidad, de comprensión, de espíritu de análisis.

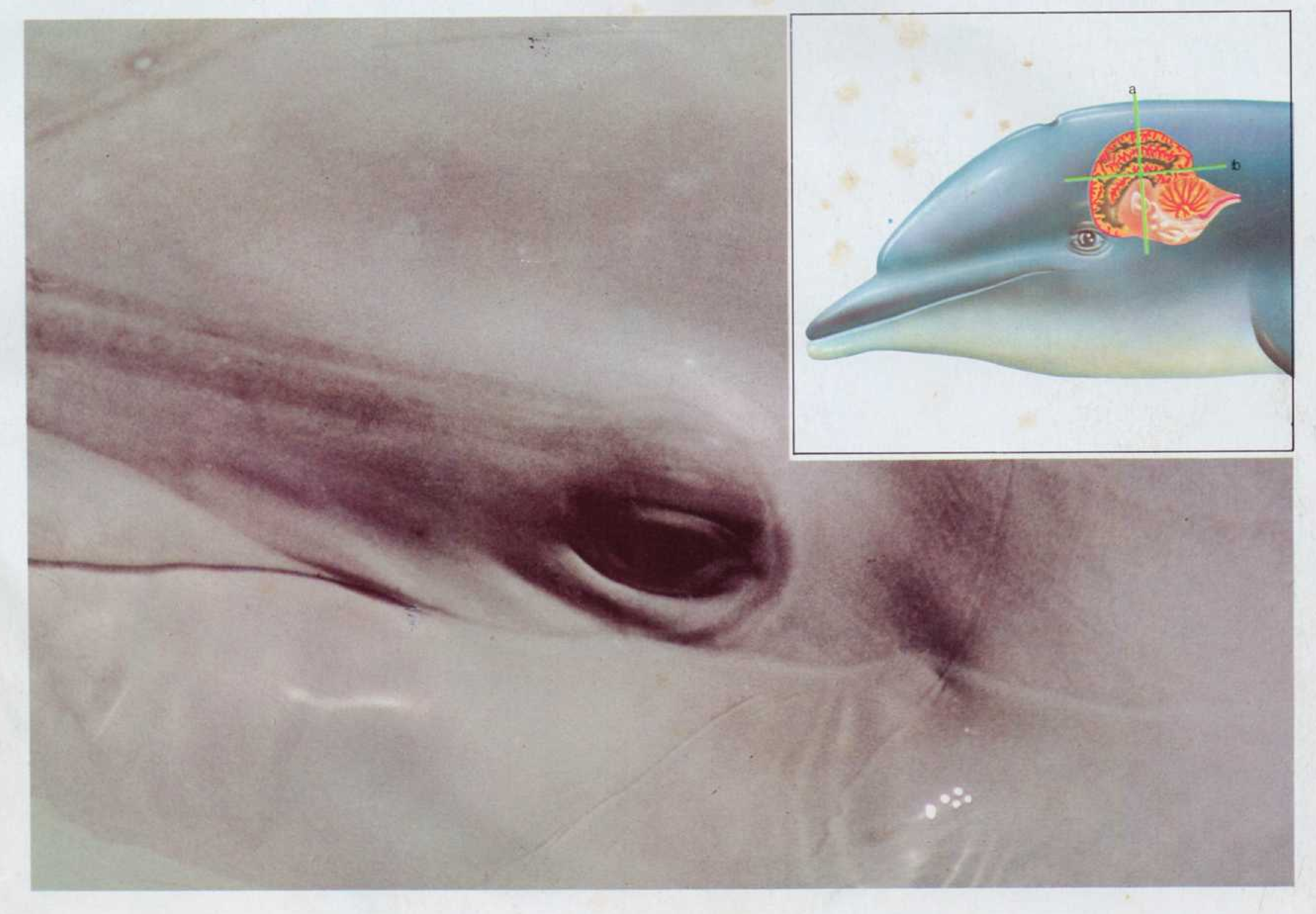
Se ha subrayado, por ejemplo, que a estos animales, capaces de realizar grandes saltos por encima de la superficie, no se les ocurre saltar de las redes de los atuneros, en los que quedan prisioneros y en las que se hacen exterminar por los pescadores descontentos. Sería un juego de niños escapar; sin embargo, no lo hacen. Se ha intentado reunir pruebas objetivas de las verdaderas facultades intelectuales de los delfines. El peso bruto del cerebro no constituye por sí mismo un indicio; por el contrario, su peso relativo comparado al total del cuerpo representa un elemento importante. Desde este punto de vista, el índice cerebral de los delfines es netamente superior al de los monos antropomorfos (chimpancé, gorila, orangután) y comparable al del hombre. No sólo resulta elevado el peso relativo del cerebro de los delfines, sino que su encéfalo posee circunvoluciones muy numerosas, al igual que el nuestro; el neocórtex, sede de la inteligencia y de los comportamientos superiores, está sorprendentemente bien desarrollado.


Si tuviéramos que hablar del «intelectual de los mares», el título recaería en el mayor de los delfines, la orca. Este animal ha fascinado siempre a los marinos y a los balleneros. Antes de disponer de barcos modernos y de cañones arponeros, le consideraban demasiado listo como para pensar en inscribirle en su lista de trofeos. Le llamaban «la ballena asesina», y sabían que no podrían acercarse a ella. Las orcas aprenden muy rápidamente; por ejemplo, a reconocer los diferentes buques de los hombres: si ven un cañón en la proa del barco, huyen...

En los delfinarios, estos animales demuestran la misma sagacidad, aunque están probablemente desesperados por vivir en prisión.

Desde los trabajos de Arthur McBride y de D. O. Hebb en 1948, y luego los de John C. Lilly en los años sesenta, se ha escrito mucho sobre la inteligencia de los cetáceos. Esta parece ser un hecho real, a pesar de algunas observaciones que pueden legítimamente inclinar a algunos científicos a mantener la opinión contraria. El comandante Cousteau sostiene que la superioridad del hombre sobre los demás animales estriba en que posee al mismo tiempo un gran cerebro, un lenguaje y una mano. El chimpancé posee la mano, pero su cerebro es demasiado pequeño y su lenguaje es somero. El delfín posee un lenguaje y un cerebro de gran complejidad; tal vez le falte la mano para igualar nuestras hazañas.

__El ojo y el cerebro.__ El ojo del delfín chispea de inteligencia. Cuando mira al buceador, a éste le extraña siempre la comprensión que parece poseer, su malicia y su sensibilidad. El cerebro (a: plano frontal; b: plano horizontal), al que proporciona imágenes, es, junto con el del hombre, el más complejo de cuantos podemos encontrar entre los mamíferos. El córtex cerebral de los cetáceos odontocetos está tan desarrollado como el nuestro; el peso relativo del cerebro respecto al total de la masa corporal es de la misma magnitud que el del hombre (y superior al que alcanza el chimpancé).

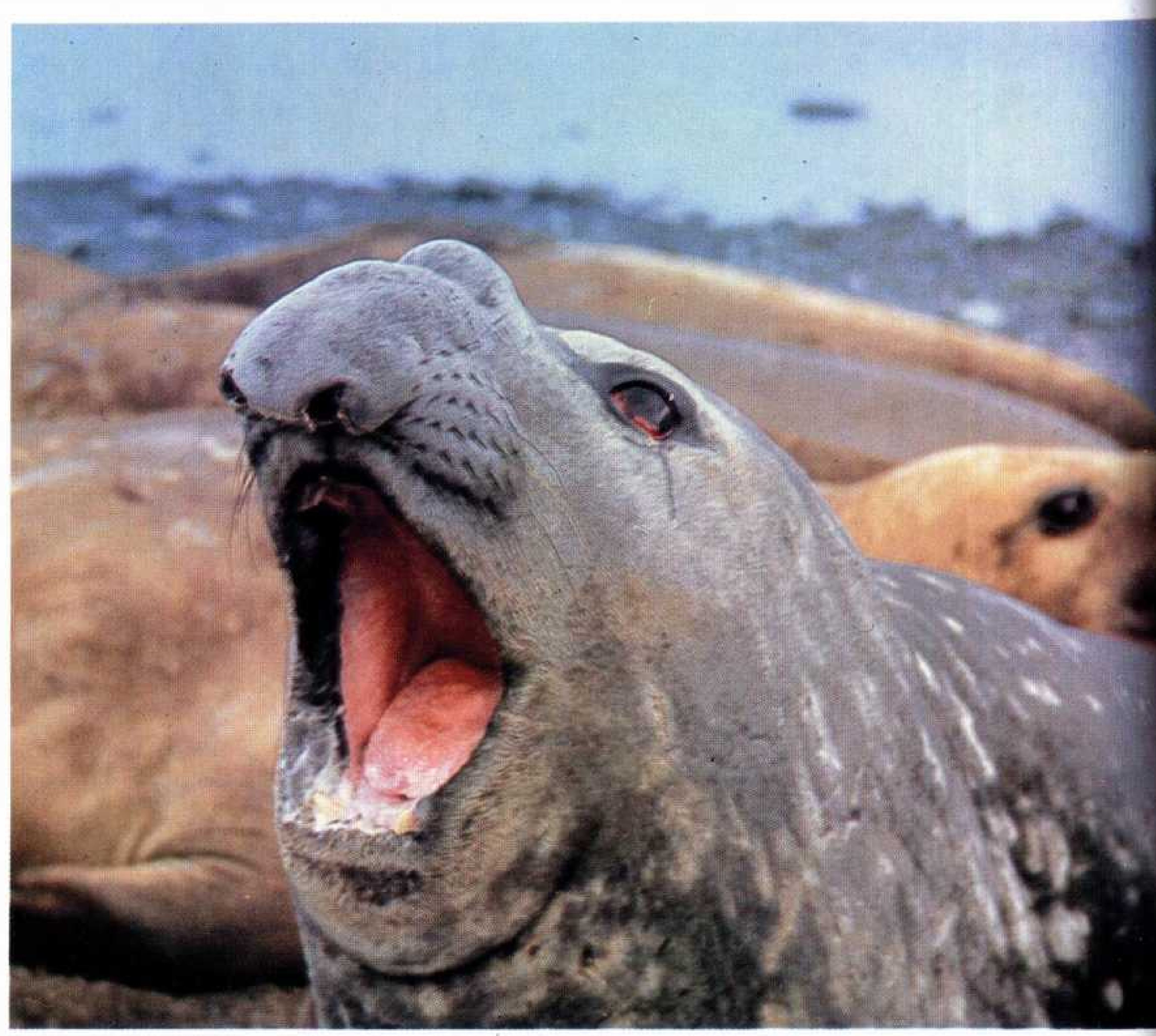



Pinnípedos,
sirenios
y nutrias

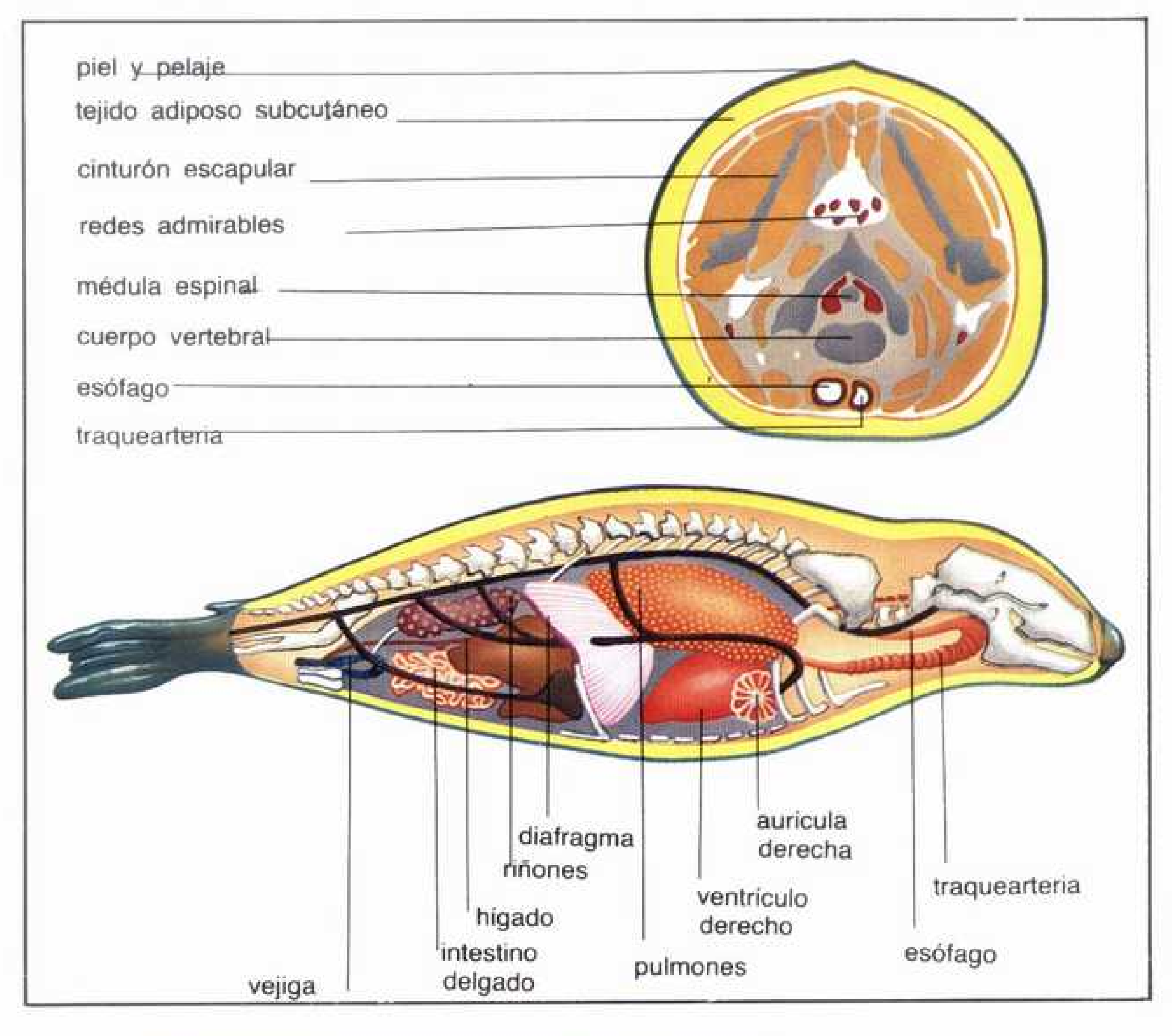
La vuelta al mar

DESCENDIENTES de los reptiles, los mamíferos aparecieron en tierra firme. Pero todos los que de nuevo quisieron regresar al mar (pasando, en general, por el agua dulce) tuvieron que experimentar importantes transformaciones morfológicas y fisiológicas. Para triunfar en el elemento líquido se debe estar conformado para nadar, poseer un cuerpo hidrodinámico, aletas o por lo menos membranas interdigitales, etc. Además, conviene estar bien protegido contra las pérdidas de calor: el agua extrae las calorías mucho más rápidamente que el aire. Un animal no puede sobrevivir por mucho tiempo en el mar si no está perfectamente aislado, bien por un espeso pelaje, por una capa de grasa o por ambos a la vez.

Varios órdenes de mamíferos intentaron regresar al mar. Los que mejor lo lograron fueron, con mucho, los cetáceos. Y entre los cetáceos, varias familias lo probaron: una de ellas dio origen a los pinnípedos. Estos forman hoy un orden dis-



tinto, que comprende tres nuevas familias y unas 32 especies. Las nutrias son todas acuáticas, pero una sola especie, la nutria marina, *Enhydra lutris,* se ha asentado en las aguas saladas. En cuanto al oso blanco, *Thalarctos maritimus,* no se le suele clasificar entre los mamíferos marinos, aunque tendría que serlo, por lo a gusto que se encuentra en el ambiente del océano Artico. Otro orden de mamíferos, el de los proboscidios, intentó volver al elemento acuático, hace unos millones de años, y dio origen a los sirenios: dugongos, manatíes y ritinas.
Los sirenios acabaron por abandonar totalmente el medio terrestre: ahora viven en ríos y estuarios, como los manatíes *(Trichechus),* o bien en los manglares tropicales, como los dugongos *(Dugong).* La ritina de Steller sólo habitaba las islas del estrecho de Bering. Descubierta en 1741 por el navegante danés Vitus Bering, fue exterminada en pocos años (por su grasa) a manos de los rusos.



El elefante marino. *El esquema de al lado representa un corte transversal del cuello (arriba) y un corte longitudinal del cuerpo (abajo) del elefante marino. Este pinnípedo de la familia de los fócidos es el gigante del orden: llega a medir 6,50 metros de largo y pesa más de cuatro toneladas. Los machos ostentan una especie de trompa nasal que amplifica sus gritos (en la página anterior, arriba y abajo). Los jóvenes machos (en esta página) aprenden a combatir, pero sin esperanza aún de ser «pachás».*

La nutria marina es el menor y el peor adaptado de los mamíferos marinos: mide menos de 1,50 metros de longitud y pesa entre 40 y 45 kilogramos. Nada bien, posee patas palmeadas, pero no se sumerge a mucha profundidad y apenas se aleja de las costas; incluso en lugares tranquilos donde la presencia humana no se deja sentir, la nutria acude a tierra firme para pasar la noche; en zonas más frecuentadas por el hombre duerme en el mar envuelta en una cinta de kelp. A pesar de haber sido perseguida durante siglos por su espléndida piel, ha logrado sobrevivir hasta el día de hoy.
Peor adaptados a la vida acuática que los cetáceos y los sirenios, pero mejor que las nutrias marinas, los pinnípedos comprenden tres familias. Entre los fócidos (focas y elefantes marinos), la adaptación se logró mejor que entre los odobénidos (morsas) y sobre todo que entre los otáridos: en estas últimas especies, los miembros posteriores pueden también doblarse hacia adelante bajo el vientre, lo que permite un desplazamiento relativamente rápido en tierra. En general, los pinnípedos pasan la mayor parte de su existencia en el mar, pero salen a la costa (o suben a los hielos flotantes) para aparearse y parir las crías concebidas un año antes. Las morsas *(Odobenus)* alcanzan considerables tamaños, y resultan impresionantes con sus largos colmillos: los machos grandes superan los 3,80 metros de longitud, con un peso de 1.300 a 1.500 kilogramos. Los elefantes marinos *(Mirounga),* cuyos machos son fáciles de distinguir por su nariz hipertrofiada en trompa, son más monumentales todavía, pudiéndoseles equiparar con sus homónimos terrestres, los elefantes.

Las migraciones

Los manatíes efectúan migraciones estacionales, pasando, por ejemplo, de un río a su estuario, y al mar, en función de la temperatura y de la estación. Las nutrias marinas, por el contrario, son prácticamente sedentarias: apenas se alejan de las orillas en que nacieron. El hecho de que no se aventuren en alta mar dificulta, por lo demás, la reconstitución de sus efectivos después de la hecatombe que de ellas han hecho secularmente los cazadores de pieles.

Los pinnípedos son en general grandes viajeros. Las focas se cuentan entre los animales del orden que menos se desplazan, pero, como todos los demás, nadan hacia las regiones polares en verano, efectuando así una migración alimentaria (trófica); regresan a aguas menos frías en invierno para aparearse y para que las hembras den a luz (migración reproductora, o genética).

Otarias, morsas y elefantes marinos pasan buena parte del tiempo en mar abierto buscando comida. Las otarias (osos y leones marinos) y los elefantes marinos consumen sobre todo peces y moluscos cefalópodos (calamares), mientras que las morsas viven a expensas de la fauna bentónica: se sirven de sus colmillos para remover el sedimento del fondo, sacando moluscos bivalvos y demás animales escondidos en él. La mayoría de los pinnípedos aguantan hasta unos diez minutos en apnea. Los leones marinos se sumergen a 250 metros. Pero la mayoría de los demás representantes del orden raramente descienden por debajo de los 100 metros. En cambio, la foca de Weddell, que vive en el Antártico, es una campeona buceando: permanece media hora bajo el agua, y llega hasta los 600 metros de profundidad.

En el curso de sus viajes, ciertas especies efectúan migraciones muy prolongadas. Así, los leones marinos de Steller *(Eumetopias jubatus)*, del Pacífico norte, recorren trayectos de 8.000 kilómetros dos veces al año. El león marino de California *(Zalophus californianus)* pasa el verano en el mar de Bering y, al llegar el otoño, se dirige a la península de California para invernar allí.

Las focas utilizan frecuentemente los témpanos flotantes para transportarse hacia el sur en otoño. Sin embargo, no todos los pinnípedos, ni mucho menos, se han asentado en las regiones frías. El león marino de las Galápagos vive en la línea del ecuador. La foca monje *(Monachus monachus)* habita en el Mediterráneo y en la costa atlántica de Marruecos; es el pinnípedo más amenazado de extinción; perseguido durante mucho tiempo por los pescadores, y ahuyentado por el turismo, su población total no pasa de los 500 individuos.





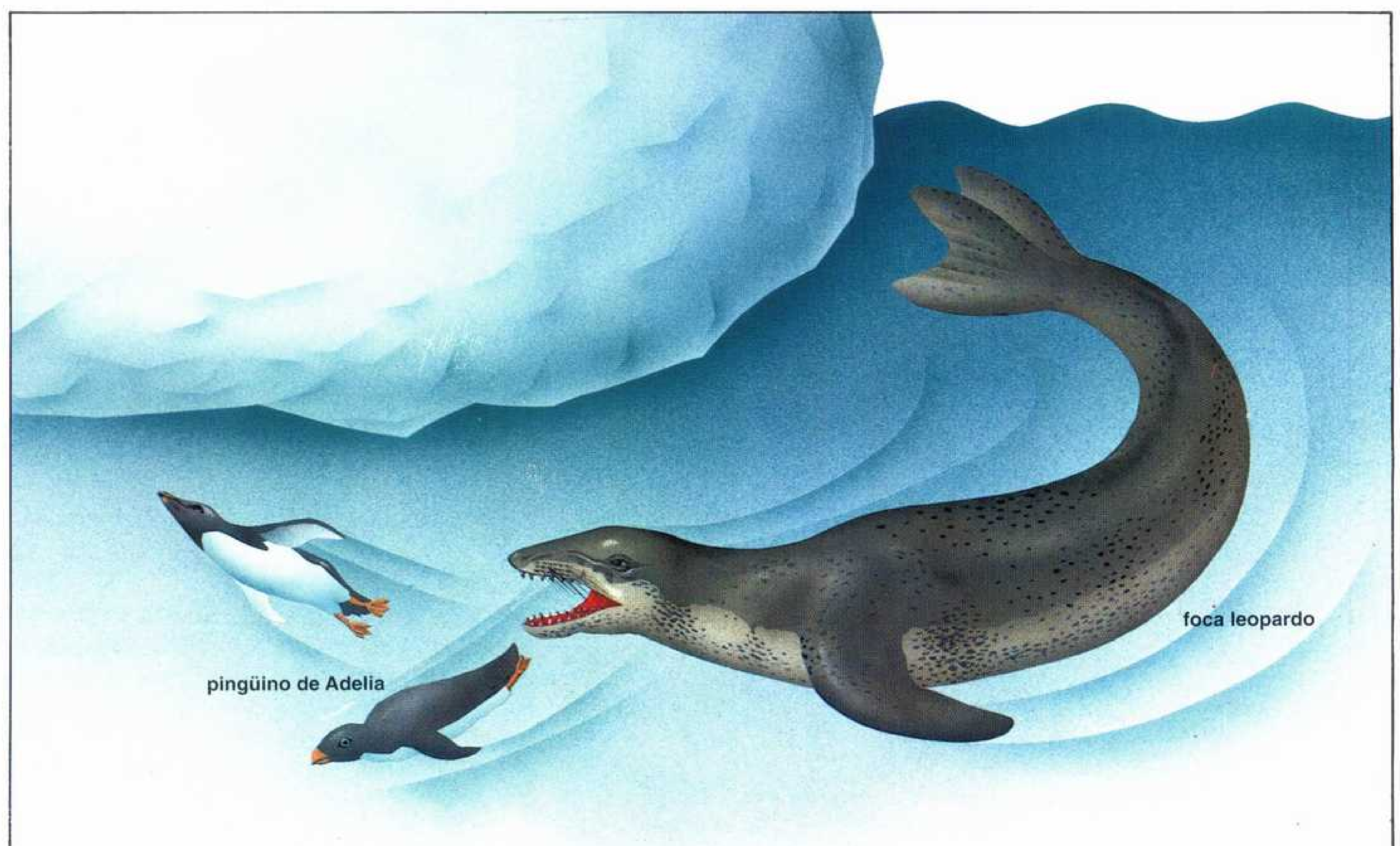


Los otáridos. *La familia de los otáridos comprende dos grandes grupos, los osos y los leones marinos, que se diferencian por consideraciones prácticas y por tradición más que por razones científicas. Entre los osos marinos se encuentran el septentrional y los pertenecientes al género* Arctocephalus, *que se extienden por el hemisferio austral. En el grupo de los leones marinos, los más conocidos son el león marino de Steller y el de California. Los otáridos se distinguen de los fócidos por el hecho de que tienen pequeños pabellones auriculares externos y porque sus miembros posteriores pueden doblarse bajo el vientre, lo que facilita su desplazamiento en tierra. Son animales migradores: el mapa de la página anterior, arriba, muestra cómo se reparten las dos poblaciones de osos marinos septentrionales* (Callorhinus ursinus). *En esta doble página, las dos fotografías de arriba muestran no a leones marinos, sino a focas de la Antártida, y las dos de abajo, a osos marinos en una playa y en aguas de Patagonia.*

La constitución de los harenes

Los pinnípedos son mamíferos sociales. De todos los animales del orden, las focas son probablemente aquellos en los que la organización social es más flexible. Entre las otarias, las morsas y los elefantes marinos, los rebaños están estrictamente organizados en torno a un macho dominante, al que llamamos «pachá». El «pachá» dispone de un harén de hembras sobre las que ejerce un derecho sexual exclusivo, y al que, en contrapartida, protege de los eventuales depredadores.

Los harenes se constituyen al final del otoño, cuando los animales emprenden sus migraciones hacia las regiones templadas o cálidas. Las hembras son las primeras en partir: llegan a las playas tradicionales de reproducción unos días o unas semanas antes que los machos. Estos al acercarse a las costas, comienzan a luchar para apropiarse de las hembras, constituyendo su harén. Entre las otarias, las reproductoras son alrededor de una docena por harén, mientras que entre las morsas pueden llegar a unas veinte, y a treinta o cuarenta entre los elefantes marinos. Los otros machos no se dan por vencidos tan fácilmente, y el «pachá» tiene que desplegar grandes energías para mantenerlos a raya. Sucesivamente se aparea con todas sus hembras, asegurando así la perpetuación de su patrimonio genético.

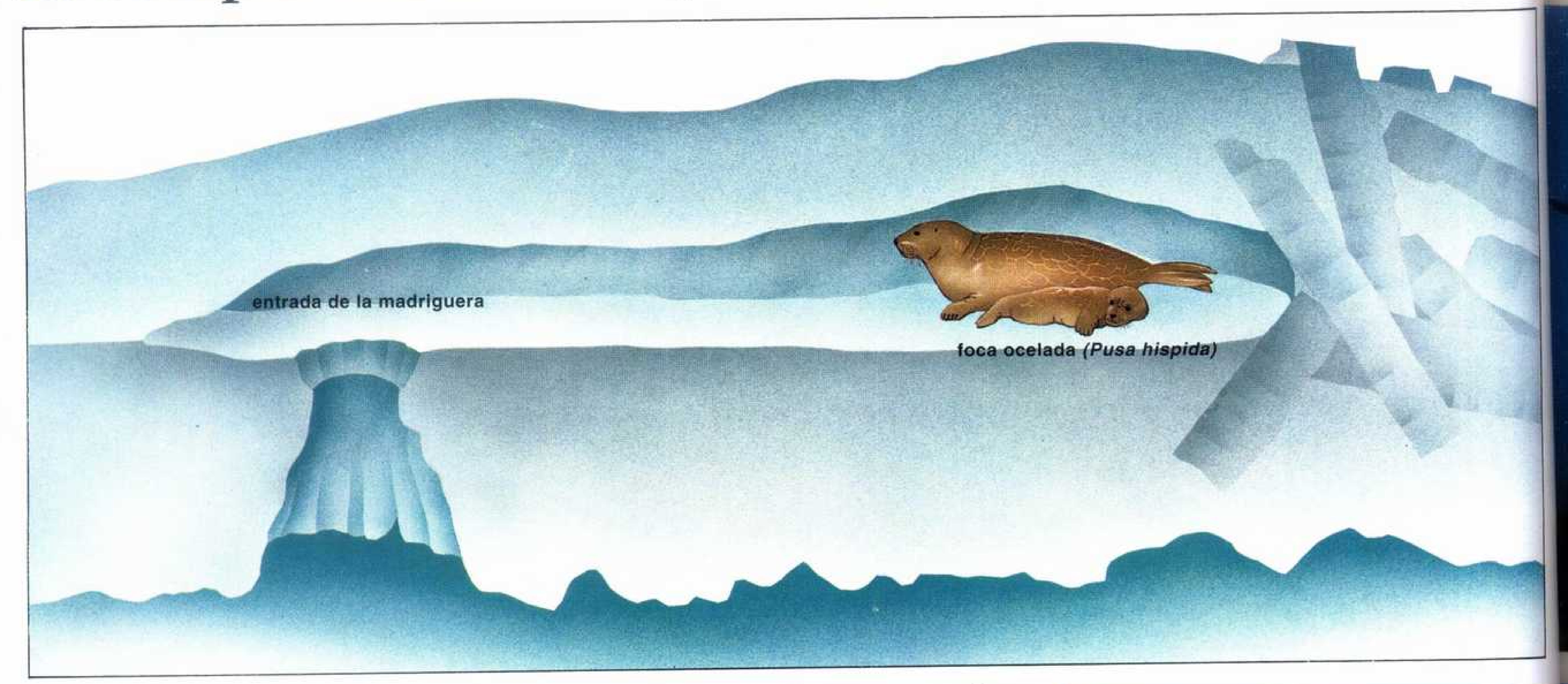


Las costumbres y la vida social. *Las hembras de pinnípedos son las primeras en llegar a los lugares de reproducción. Las siguen los machos, combatiendo para constituir el harén. Las hembras preñadas del año anterior paren sus crías, y el apareamiento tiene lugar pocos días después. Arriba: un elefante marino dominante y una parte de sus hembras. En la página siguiente, arriba, un macho y dos hembras de osos marinos septentrionales* (Callorhinus ursinus). *En la página siguiente, abajo: retrato de una hembra de elefante marino. Aquí, al lado: el comportamiento alimentario de la foca leopardo.*



Por la misma época, las madres paren a los pequeños que han concebido un año antes, en ese mismo lugar. En ciertas playas estrechas, esto no deja de presentar un cierto peligro para los recién nacidos: los machos los aplastan.
Las luchas entre machos sólo finalizan cuando todas las hembras fecundables se encuentran nuevamente preñadas. En ese momento, los jóvenes de la añada están ya bastante crecidos. Maman una leche tan rica (incluso un poco más) en grasas y en proteínas como la de las ballenas. Al finalizar el invierno han alcanzado el tamaño suficiente como para poder soportar el gran viaje hacia los parajes polares. Destetados ya, sus madres les enseñan a capturar el alimento de los adultos. Los machos dominantes abandonan las playas de reproducción antes que las hembras. Viajan solos (los de más edad) o en pequeños rebaños (los más jóvenes, a los que se juntan los machos inmaduros). Las hembras cuidan durante todo un año a las crías. En otoño comenzará una migración reproductora en la que ambos sexos se dirigen hacia los lugares donde se constituirán los harenes.
Cuando luchan, los machos dominantes se infligen en ocasiones impresionantes heridas: pero éstas rara vez son mortales. Casi siempre, los combates son meramente simbólicos. Los pretendientes se desafían con sucesivas posturas y gritos. Sólo como último recurso, si la intimidación no ha surtido efecto, los contendientes llegan a la violencia física. Pero, incluso en este caso, el vencido sale con vida del trance.
Parece que también entre los sirenios existen harenes conducidos por grandes machos; sin embargo, esto no es seguro, porque no resulta fácil observar a estos discretos animales. Entre las nutrias marinas, los combates que enfrentan a los machos son vivos y rápidos; pero no parece que el harén sea la célula social básica, sino más bien el gran rebaño de machos y hembras mezclados, en el que los más fuertes del primer grupo tienen mayor oportunidad que los demás de transmitir su patrimonio genético.

El comportamiento reproductor



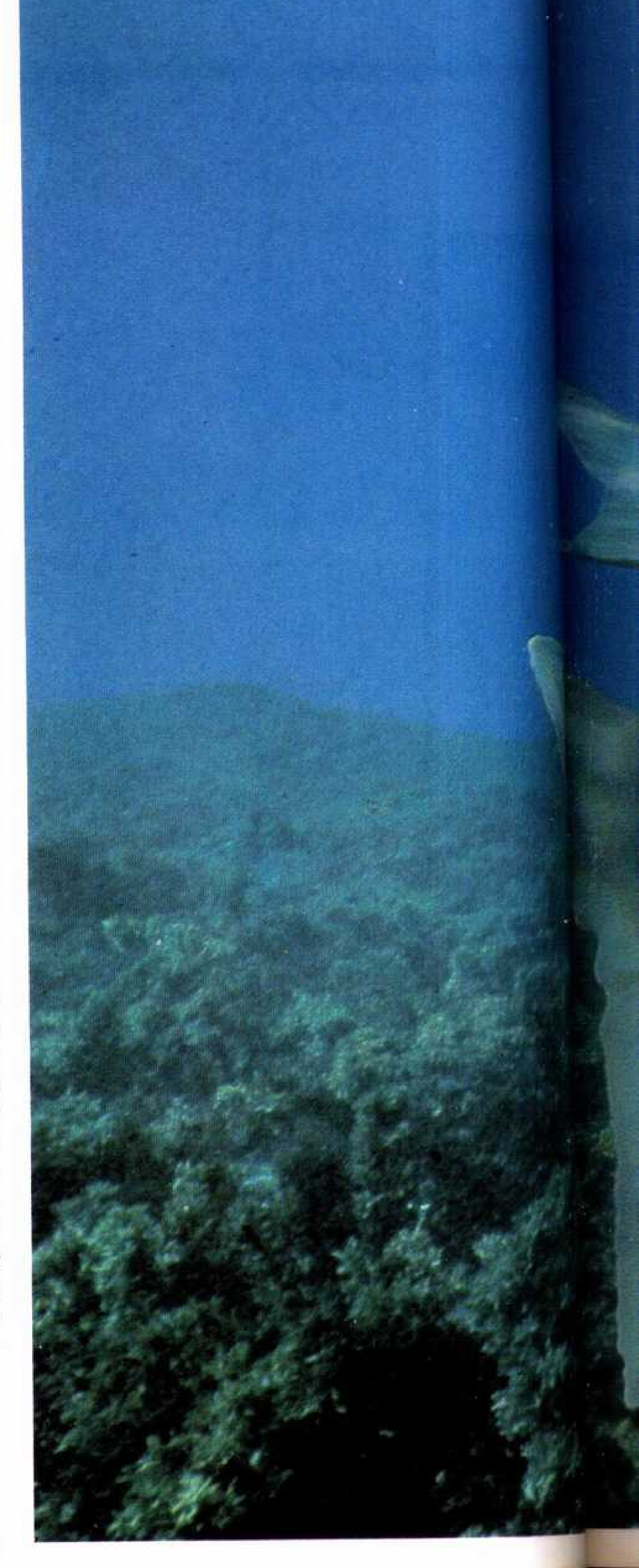
Los manatíes de Florida *(Trichechus manatus)* llevan a cabo migraciones regulares, que los conducen especialmente desde Blues Springs hasta el mar por el curso del río Saint-John. Las hembras, que alcanzan la madurez sexual hacia los tres o cuatro años, son las primeras en descender río abajo, seguidas prontamente por los machos inmaduros y los jóvenes. Los machos inmaduros son los últimos en llegar. Cuando todos los individuos del rebaño han alcanzado las cálidas aguas del océano, los machos más fuertes empiezan a conquistar a las hembras, que llevarán en su seno a las crías durante todo un año.

La migración de vuelta, aguas arriba, puede entonces comenzar. En la actualidad, estos viajes milenarios se ven perturbados por la instalación de una central nuclear en la zona de Jacksonville, que vierte aguas calientes que trastornan la vida de los manatíes.

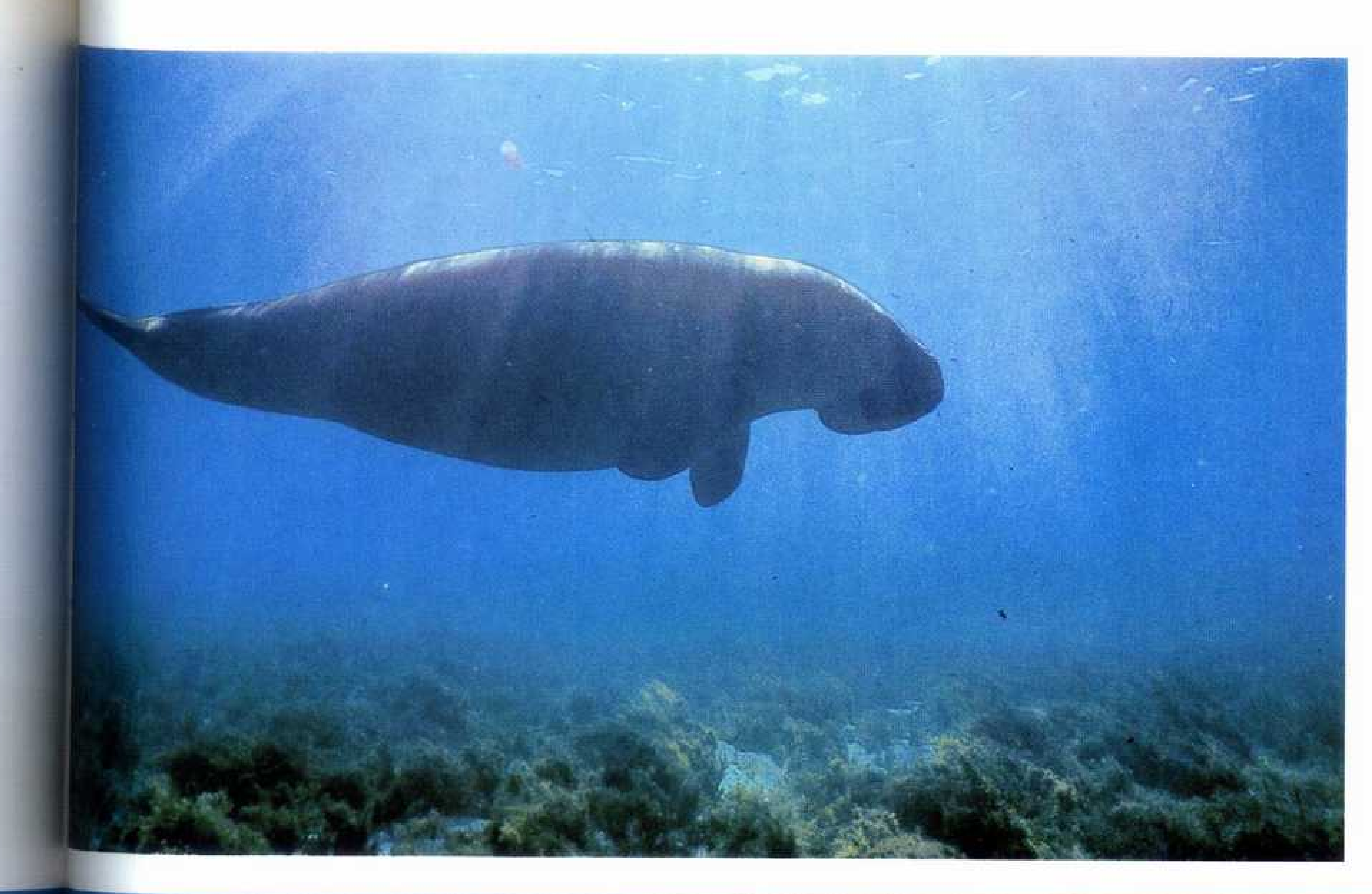
También entre las nutrias marinas, las hembras están encinta casi un año (de diez a doce meses). El apareamiento tiene lugar a mar abierto, no lejos de Monterrey, en las costas de California. En general, estas nutrias de California casi nunca salen a tierra, de tanto como temen al hombre; no ocurre lo mismo con las del sur de Alaska y de las Aleutianas, que con frecuencia se tienden al sol en las rocas, y allí se aparean. Las hembras de nutria marina son sexualmente maduras hacia los cuatro o cinco años, comportándose como excelentes madres que colocan a sus hijos sobre su propio cuerpo, que flota de espaldas sobre el agua, y que defienden con ardor a sus pequeños contra sus enemigos.

Los cuidados que las madres de los pinnípedos prodigan a sus hijos varían mucho según las especies. Las hembras de elefante marino alimentan a sus cachorros durante 23 a 25 días, y los protegen durante unas semanas más; mientras que la hembra de morsa se ocupa activamente de su hijo durante dieciocho meses.

Entre los pinnípedos, los machos prote-



El amor materno. *En la foca ocelada, las hembras a punto de parir buscan un lugar donde haya nieve acumulada y excavan en ella una madriguera que se comunica con el mar abierto (dibujo de arriba). Todos los mamíferos marinos cuidan de sus pequeños: tal ocurre también con los sirenios, como esta madre dugongo, a la que sigue su pequeño como una sombra (las tres fotografías de la doble página).*

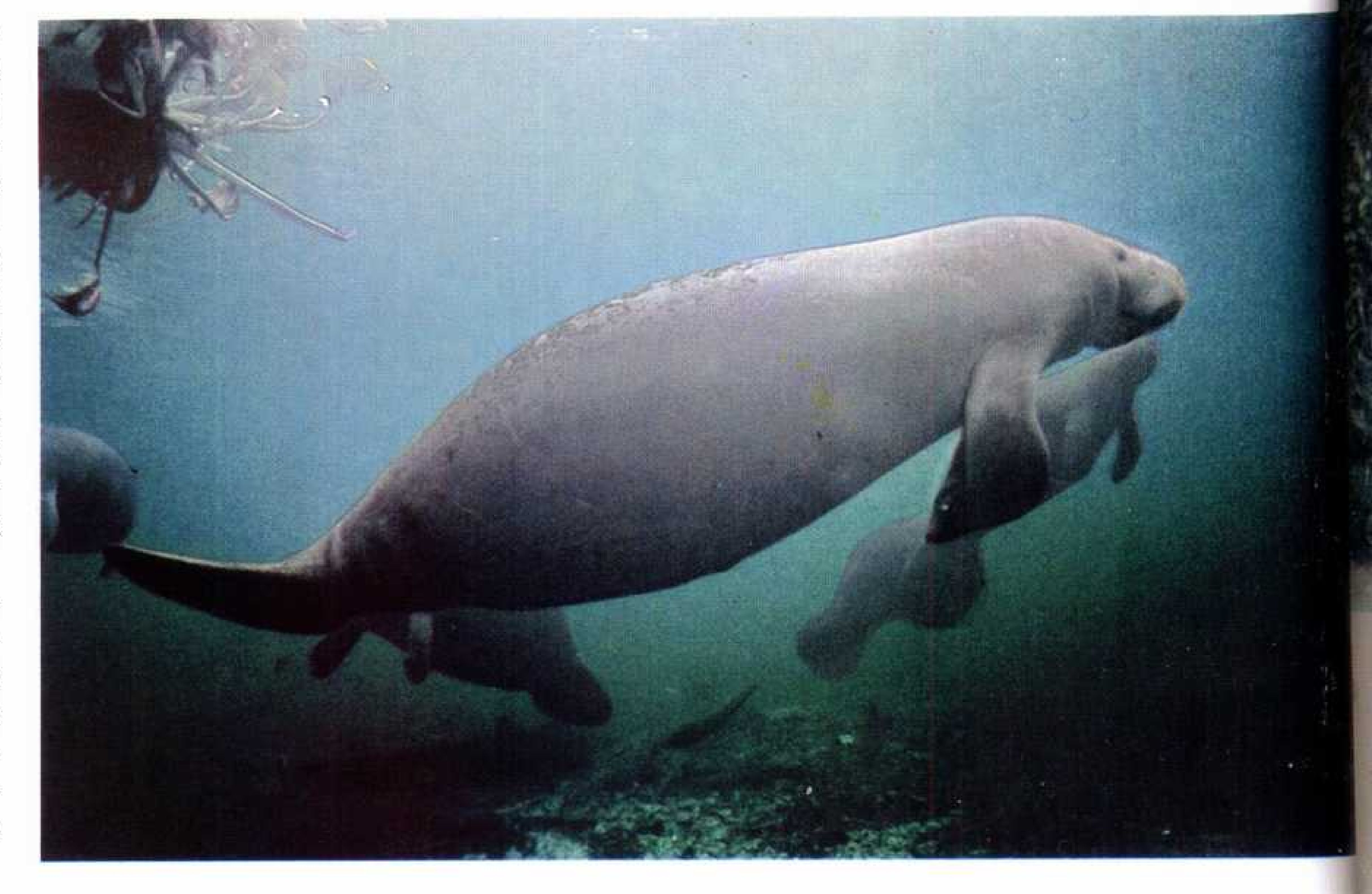


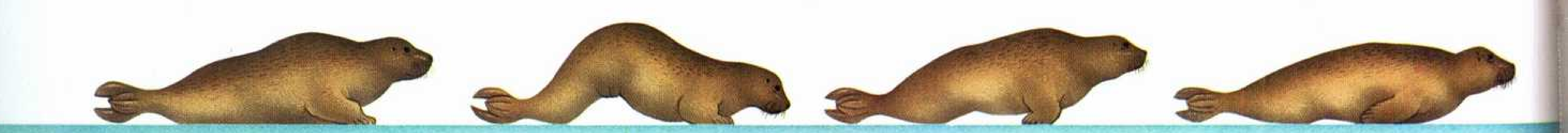
gen a las hembras mientras forman parte del harén. Pero se desentienden de ellas en cuanto acaba la época de celo. Entre las focas, empero, los machos ni siquiera salen a tierra (o más bien a la banquisa) cuando paren las hembras: éstas son abandonadas simplemente a su suerte. Todos tenemos presentes las imágenes, que los medios de comunicación han popularizado ante el horror de todos, de la caza de los bebés foca sobre la banquisa, junto a las costas del Canadá: sólo las hembras están presentes con sus pequeños para hacer frente a los hombres armados con garrotes.

El comportamiento reproductor de los mamíferos marinos depende de un factor esencial: el clima. Estos animales deben asegurar a sus recién nacidos unas condiciones de existencia correctas, y esto les obliga a emprender largos y penosos viajes estacionales.

Los órganos de los sentidos

ENTRE los sirenios (dugongos y manatíes), la vista está probablemente bastante limitada, así como el olfato. El sentido del tacto es también basto, excepto a nivel de los «bigotes», o vibrisas, que rodean la boca de los animales y proporcionan indicaciones extraordinariamente precisas. El oído, en cambio, es bueno: los individuos se comunican por medio de mugidos y pequeños gritos. Madres e hijos se «hablan» con relativa frecuencia. El nombre mismo francés de los manatíes *(lamantins)* alude a la creencia de los antiguos marinos de que «lloraban» por la noche cerca de la orilla.
Entre las nutrias marinas, las comunicaciones sociales se establecen también mediante sonidos. Pero las posturas tienen igualmente gran importancia, así como los tocamientos y roces. Las nutrias gozan de una buena vista, pero su olfato está bastante limitado. Estos animales, en







Los gritos y movimientos. Las morsas, que constituyen la familia de los odobénidos, observan un complejo comportamiento social. En general, un gran macho monta guardia: es el «pachá» del harén (en la página anterior, arriba). Si se presenta un peligro, da un potente aullido de alerta: toda la manada se arrastra por el hielo o la playa en que estaba descansando (dibujo de la página anterior, abajo: la reptación de la morsa) y se echa al agua (arriba). Las morsas pueden recoger incompletamente sus miembros posteriores bajo su cuerpo para avanzar —cosa que las otarias hacen mucho mejor que ellas, y que las focas son totalmente incapaces de ejecutar—. En los manatíes (página anterior, al centro), la cohesión social es más laxa. Estos animales se comunican, no obstante, por medio de gritos.

cambio, presentan la ventaja de que saben utilizar las informaciones que les proporcionan sus sentidos de manera muy inteligente. Una de las pruebas de que tienen un elevado psiquismo es que utilizan herramientas: cuando quieren romper el caparazón de un cangrejo o una concha, las nutrias marinas cogen una piedra del fondo, se la ponen sobre el pecho y se sirven de ella como de un yunque. Son capaces también de adaptarse a los recursos variados que les ofrece el ambiente, y despliegan derroches de ingenio para sobrevivir.

Los pinnípedos tienen vibrisas muy sensibles. Además, ven bastante bien, tanto debajo del agua como cuando sacan la cabeza para respirar. Su olfato, sin embargo, es mediocre, casi nulo, pero su oído posee una gran agudeza. Se comunican entre sí con toda suerte de gritos, bostezos y gruñidos. Estos sonidos tienen un sentido determinado: unos significan amenaza, otros invitación al amor o señal de alerta ante un peligro, etc. La compleja vida social de estos animales requiere de semejante lenguaje vocal, que refuerza, por lo demás, todo un lenguaje de posturas codificado: los machos que se desafían, por ejemplo, se arquean cuanto pueden. Los elefantes marinos levantan la trompa, barritando al mismo tiempo fuertemente.

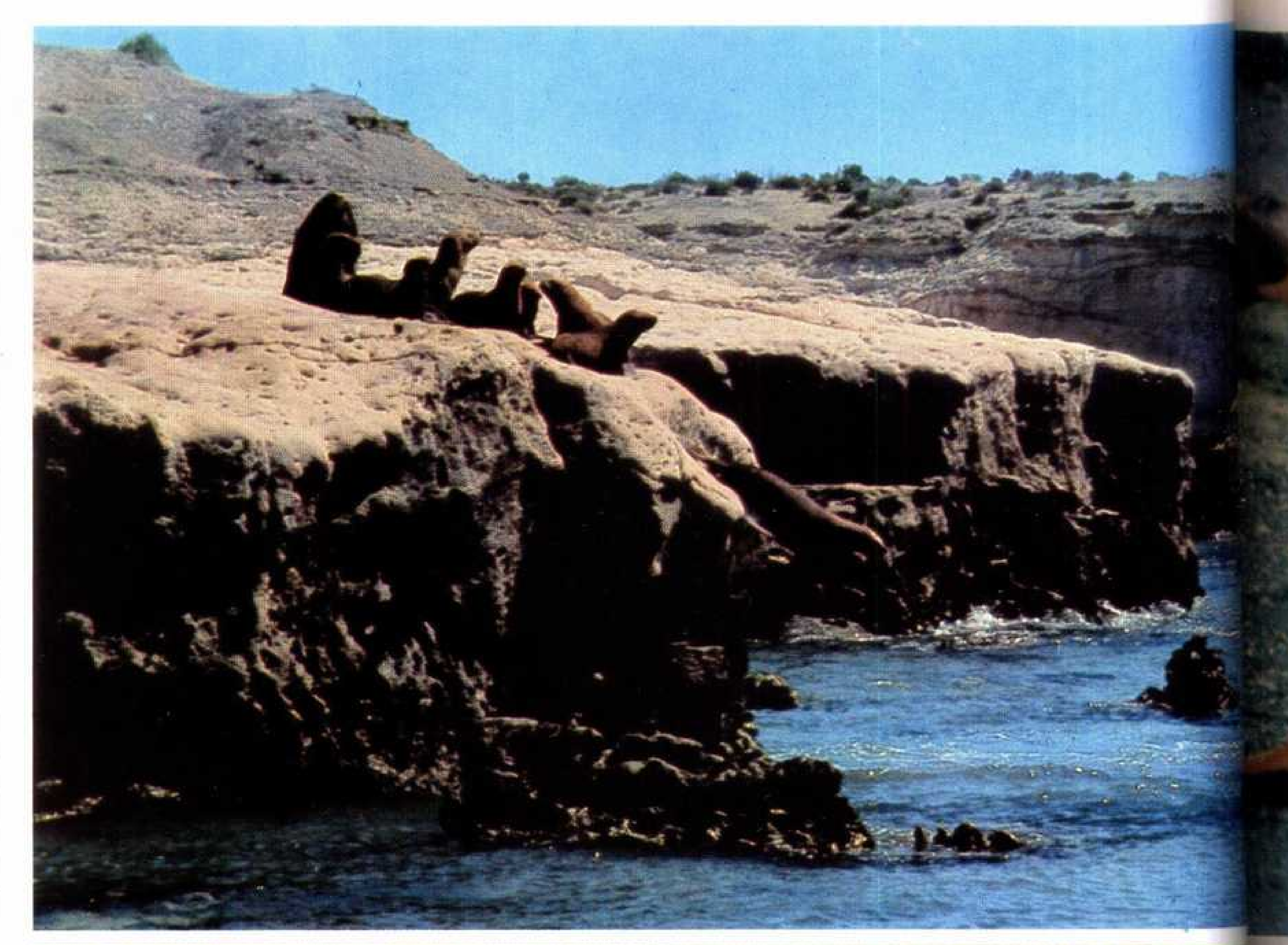
El pabellón auricular de los pinnípedos no es evidente al exterior, salvo en las otarias; lo cual no les resta una gran agudeza. Se ha pensado si estos animales no dispondrán, como ocurre con los cetáceos, de un sentido de ecolocalización. Los resultados de los diversos experimentos llevados a cabo al respecto, especialmente en otáridos pertenecientes a distintas especies, no han arrojado una certeza ni en un sentido ni en otro. Algunos científicos piensan que los pinnípedos disponen por lo menos de un embrión de este sentido de sonar. Otros especialistas, como el profesor R.G. Busnel, están persuadidos de lo contrario.

Si los pinnípedos no cuentan con el sentido de la ecolocalización, habría que explicar de qué manera estos animales se orientan en aguas turbias (al igual que los manatíes y los dugongos). ¿Cómo logran las morsas localizar su alimento en el fondo del mar, cuando éste está prácticamente oscuro por la banquisa que lo cubre? Y, sobre todo, ¿cómo la foca de Weddell, que se zambulle a más de 600 metros de profundidad, encuentra el camino y sus presas en las tinieblas de los abismos?

Son muy numerosos los casos de evolución convergente en el reino animal como para no pensar por lo menos que la naturaleza ha «probado», con todos los mamíferos que intentaron regresar al mar, lo que con los más perfectos ha logrado: los cetáceos. La convergencia de formas (cuerpo fusiforme, miembros transformados, etc.) y la convergencia de las adaptaciones fisiológicas a la inmersión (bradicardia, etc.) hacen pensar también que los órganos de los sentidos evolucionan en la misma dirección. La ecolocalización ofrece tantas ventajas que los animales que disponen de ella cuentan con un potencial de éxito en los diversos medios marinos muy superior al de los demás.

Puede asegurarse así que ulteriores estudios demostrarán que efectivamente los pinnípedos, y quizá también los sirenios, la tienen.

El instinto gregario

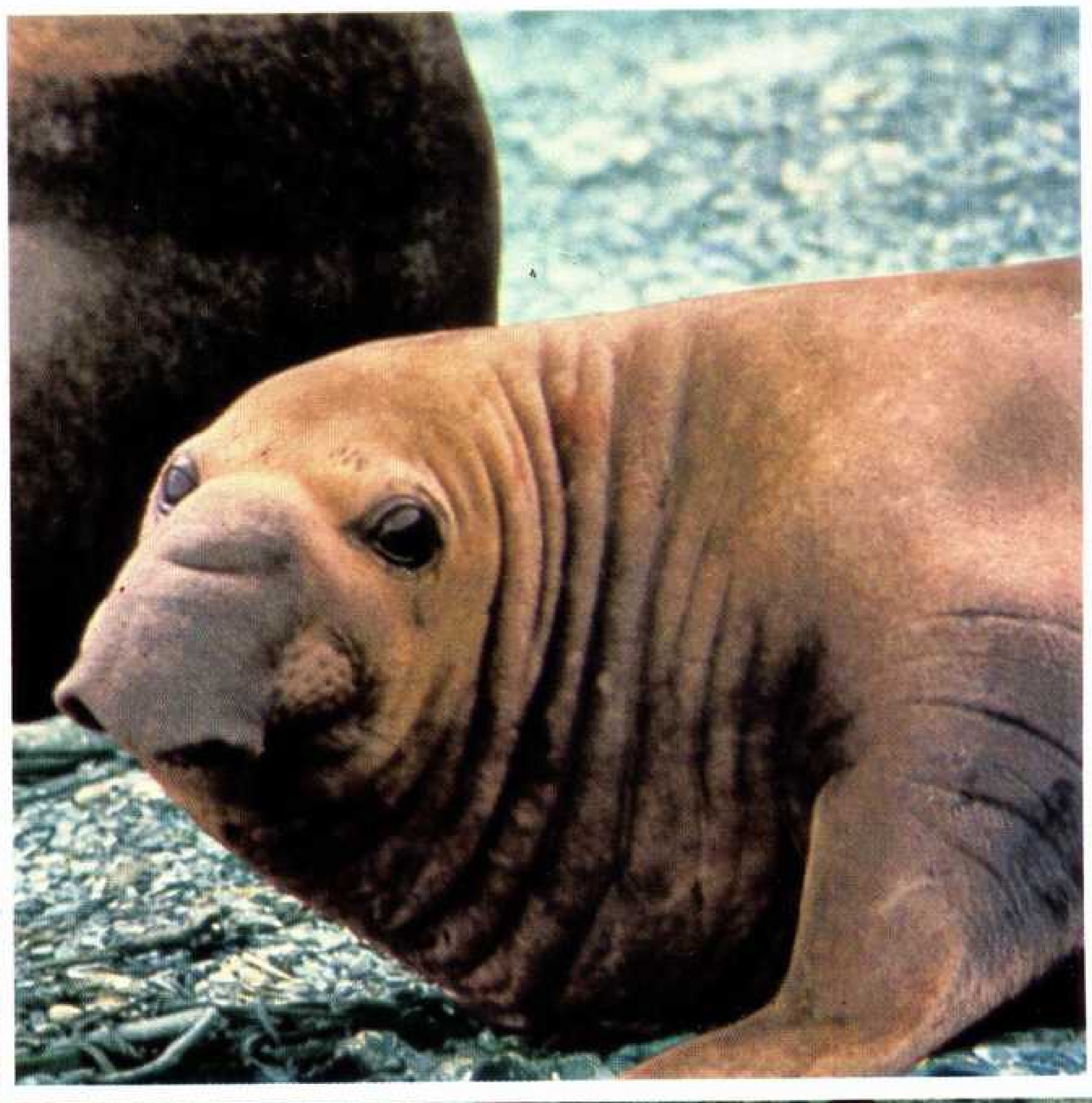


Ya lo hemos dicho con anterioridad: la mayoría de los mamíferos marinos son animales sociales. El instinto gregario está particularmente desarrollado en las otarias, las morsas y los elefantes marinos.

Los profesores Richard S. Peterson y George A. Bartholomew han estudiado en particular los comportamientos gregarios en el león marino de California *(Zalophys californianus)*. En esta especie, los machos adultos, los jóvenes machos, las hembras y los pequeños conviven incluso fuera del período de la reproducción. Se juntan sin ningún problema, adoptando conductas de asistencia mutua en caso de peligro. La rapidez con que los individuos se ayudan ante una agresión por parte de un depredador depende de sus vínculos de parentesco: una madre defiende inmediatamente a su pequeño; el macho adulto acude de inmediato también en auxilio de las hembras con las que ha mantenido ya relaciones sexuales; pero un macho inmaduro apenas se siente movido a prestar ayuda a otro joven.

En el momento de la constitución de los harenes, la sociabilidad de las hembras aumenta todavía más (no cesan de tocarse unas a otras, reaccionan a los mismos gritos de alerta, etc.). La sociabilidad de los machos se refuerza igualmente en este tiempo, pero de una forma... paradójica. En efecto, se agreden mutuamente para apoderarse del rebaño de reproductoras. Los machos que logran apropiarse de un territorio donde encierran a algunas compañeras se vuelven resueltamente intolerantes para con los demás machos. Si éstos osan acercárseles, los desafían (torciendo por completo el cuello y emitiendo grandes gritos). Y si el macho que ronda no escapa a tiempo, o si se siente lo suficientemente fuerte como para plantar cara, se producirá necesariamente el encuentro.

Entre los elefantes marinos de la isla Guadalupe, en aguas mexicanas, los problemas de superpoblación se han vuelto dramáticos. Perseguidos hasta hace poco por su grasa, estos animales han visto reducirse sus efectivos drásticamente. Pero desde hace unos años, las autoridades mexicanas los protegen en la pequeña isla a donde gustan acudir para reproducirse en invierno. Como en la actualidad es allí donde casi exclusivamente se reúnen, se han vuelto demasiado numerosos para el poco espacio disponible. Los harenes ya no se pueden constituir correctamente, pues los territorios de los «pachás» son muy reducidos. El resultado es que los machos están luchando de continuo, que las hembras, hacinadas unas sobre otras, se ven perturbadas en su función reproductora, y que los recién nacidos son aplastados por los adultos.





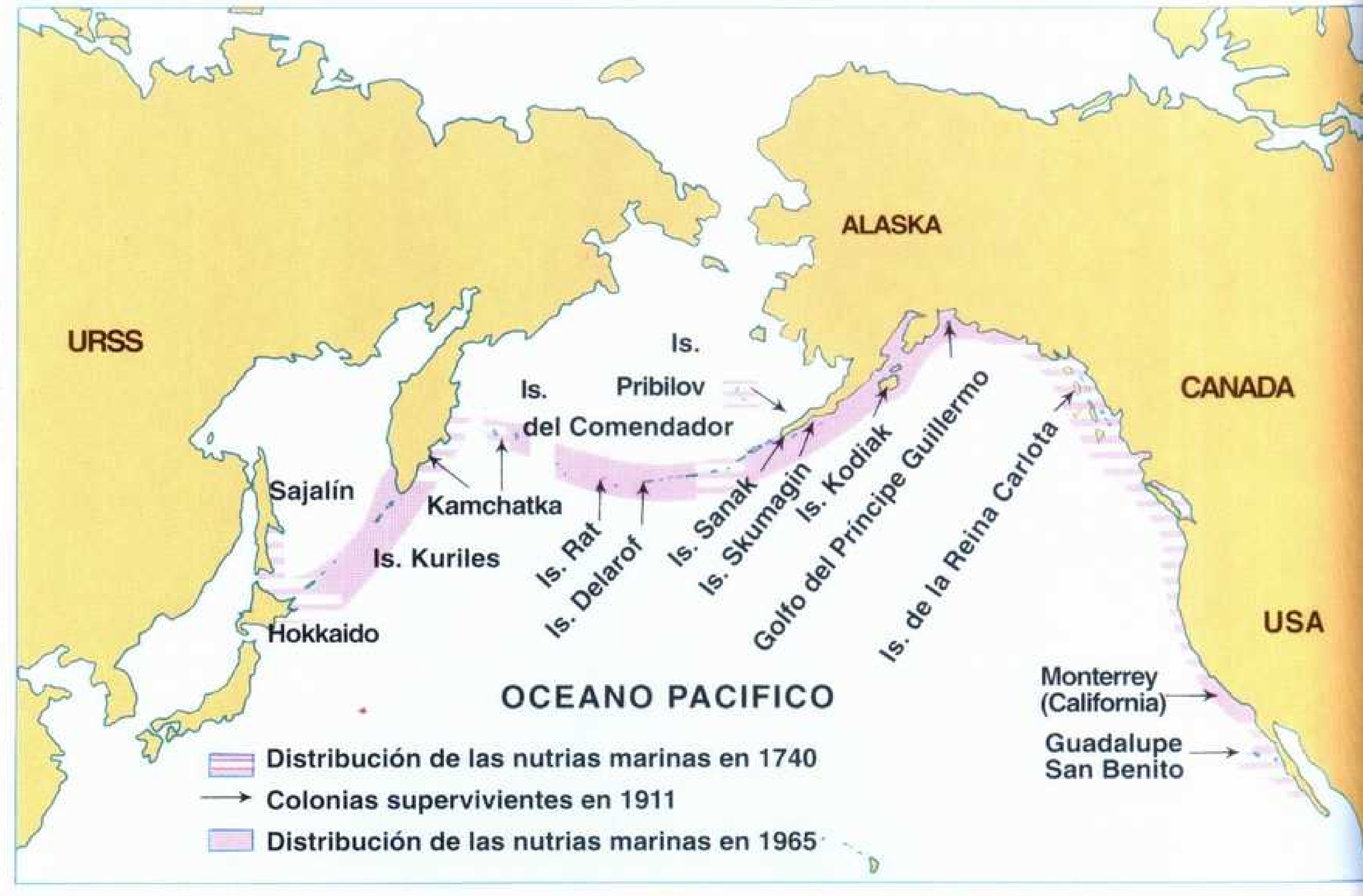
Vivir agrupados. *En los pinnípedos, las grandes agrupaciones se producen sobre todo en la época de reproducción. El resto del año, los animales viajan en pequeños grupos. La formación de harenes es un momento crucial y la ocasión de una gran actividad. En esta doble página, de izquierda a derecha y de arriba abajo: osos marinos septentrionales; dos machos de oso marino austral «dos pelos», con su cabeza característica; un joven macho de elefante marino; un harén de «dos pelos», y un macho de esta especie fotografiado cuando emite su rugido en el agua.*

La caza y la conservación

Más que cualesquiera otros, los mamíferos marinos han sido víctimas predilectas de la rapacidad humana. Las grandes ballenas se encuentran al borde del exterminio por su grasa, sus barbas y su carne. Los pinnípedos han sido igualmente diezmados por su grasa (morsas, focas, elefantes marinos) y por su piel (focas, osos marinos). Los sirenios mismos fueron perseguidos por su grasa y su cuero, y las nutrias marinas —de piel tan valiosa— han corrido peligro de desaparecer.

La ritina, o vaca marina, de Steller *(Hydrodamalis stelleri)*, descubierta en el transcurso de la expedición de Vitus Bering por el estrecho que hoy lleva su nombre, fue vista y descrita por primera vez por Steller, el naturalista de a bordo, en 1741. En 1768, apenas un cuarto de siglo después, había sido totalmente exterminada por los marinos y cazadores rusos. Medía casi nueve metros y pesaba tres toneladas.

De la nutria marina, por su parte, cabe decir que desencadenó la colonización por los rusos de las costas pacíficas de Norteamérica. Su piel valía una fortuna. Persiguiendo ese tesoro, los rusos bajaron hasta California. Como la especie había desaparecido prácticamente de las costas de Alaska, el zar accedió a vender «por un plato de lentejas» esa inmensa extensión a Estados Unidos. Hoy día, el animal —bajo severas medidas de protección— recoloniza las islas de Alaska y las Aleutianas; pero, como no recorre grandes distancias a nado, ciertas tierras donde antes abundaba y de donde fue eliminado nunca más volverán a verlo. En California quedaba un minúsculo rebaño cerca de Monterrey antes de que se adoptaran medidas de protección total. Hoy día, esta zona cuenta con algunas decenas



Las nutrias marinas. *Aunque notablemente adaptada a la vida acuática (especialmente gracias a sus patas palmeadas y a su magnífica piel aislante), la nutria marina* (Enhydralutris) *apenas se aleja de la costa. Difundida en otro tiempo por todas las riberas del Pacífico norte, desde el Japón hasta California, ha sido perseguida despiadadamente por su piel: por ella los rusos exploraron Alaska y California. En 1911, apenas quedaban unos centenares, uno de cuyos grupos se preservó milagrosamente cerca de Monterrey. Estados Unidos protegió la especie, incluyendo a Alaska, y si todavía no ha alcanzado sus efectivos originales, por lo menos está a salvo. El animal, sin embargo, no franquea anchos brazos de mar, y en ciertas islas donde pululaba no ha vuelto a aparecer más. La nutria marina, muy industriosa, se alimenta de crustáceos y de bivalvos, cuyo caparazón rompe utilizando piedras, que coge en el fondo, a modo de martillos o yunques.*









de individuos; pero siguen estando amenazados por los pescadores de moluscos, así como por el desarrollo del turismo y la contaminación.

Los pinnípedos han pagado duro tributo al furor destructor del hombre. Así, el rebaño de morsas del Pacífico Norte pasó, en un siglo, de 200.000 a menos de 80.000 individuos. Los elefantes marinos del norte se han visto amenazados también casi de extinción. Las otarias de pelaje (los osos marinos), cuya piel es particularmente apreciada, han sufrido pérdidas considerables. La especie de Patagonia sufrió tal persecución que se la creyó extinguida: esta famosa «dos pelos» (así llamada por la evidente diferencia de tamaño entre sus dos capas de pelo) fue encontrada nuevamente en algunas islas de la Tierra del Fuego. Los osos marinos de Nueva Zelanda y Australia han corrido también peligro de desaparición, al igual que


la otaria de El Cabo y la de las Kerguelen. Esta última estuvo a punto de desaparecer de la lista de los seres vivos por obra de un solo navío foquero americano, hacia 1850. Pero no se extinguió por completo, y reconstituyó poco a poco sus efectivos. En 1880, sin embargo, se perpetró una segunda hecatombe, y desde entonces, aun cuando no haya desaparecido totalmente, continúa languideciendo como especie.

La foca monje del Mediterráneo, como hemos visto antes, existe todavía en las Cícladas y en la costa atlántica de Marruecos, pero los 500 individuos, aproximadamente, con que cuenta la especie están en peligro de muerte (sobre todo, a causa del turismo y de la acelerada urbanización de las costas). La foca monje del Caribe prosperaba todavía cuando los europeos llegaron al Nuevo Continente. En la actualidad, la especie está considerada como definitivamente extinguida. En los últimos años, los medios de comunicación han insistido mucho en la caza de los bebés de foca, que practican sobre todo canadienses, groenlandeses y noruegos. Las especies más castigadas son la foca gris *(Halichoerus grypus)* y la foca pía *(Pagophilus groenlandicus)*. Estas dos especies presentan, afortunadamente para ellas, la particularidad de reproducirse con bastante rapidez. Y han logrado resistir (por lo menos hasta ahora) a la increíble presión de la caza por parte de los hombres: éstos matan varias decenas de miles cada año. Los científicos encargados por los gobiernos interesados en calcular los riesgos que la caza intensiva hace correr a las focas de la región, se muestran más bien optimistas. La demanda de pieles, sin embargo, no disminuye. Si las cuotas de capturas fijadas por las comisiones competentes están calculadas correctamente, y si los cazadores se atienen a ellas, las especies no se extinguirán. Moralmente, empero, podemos preguntarnos sobre esta actividad de simple recolección, en un tiempo en que no faltan los productos de sustitución para reemplazar a los materiales vivos.

Para qué viven los mamíferos marinos. *Esta foca que respira muy cerca de la banquisa, después de zambullirse en el océano glacial, es una especie de símbolo. Por doquier, el hombre ha perseguido y matado despiadadamente a los mamíferos marinos: ballenas, delfines, focas, otarias, nutrias marinas... Hoy advierte, sin embargo, que estos animales no sólo son hermosos y apasionantes en su vida, sino que han logrado también, por evolución, capacidades para la natación y el buceo que nosotros deberíamos estudiar atentamente para tratar de mejorar nuestras propias técnicas submarinas.*



Evolución y adaptación



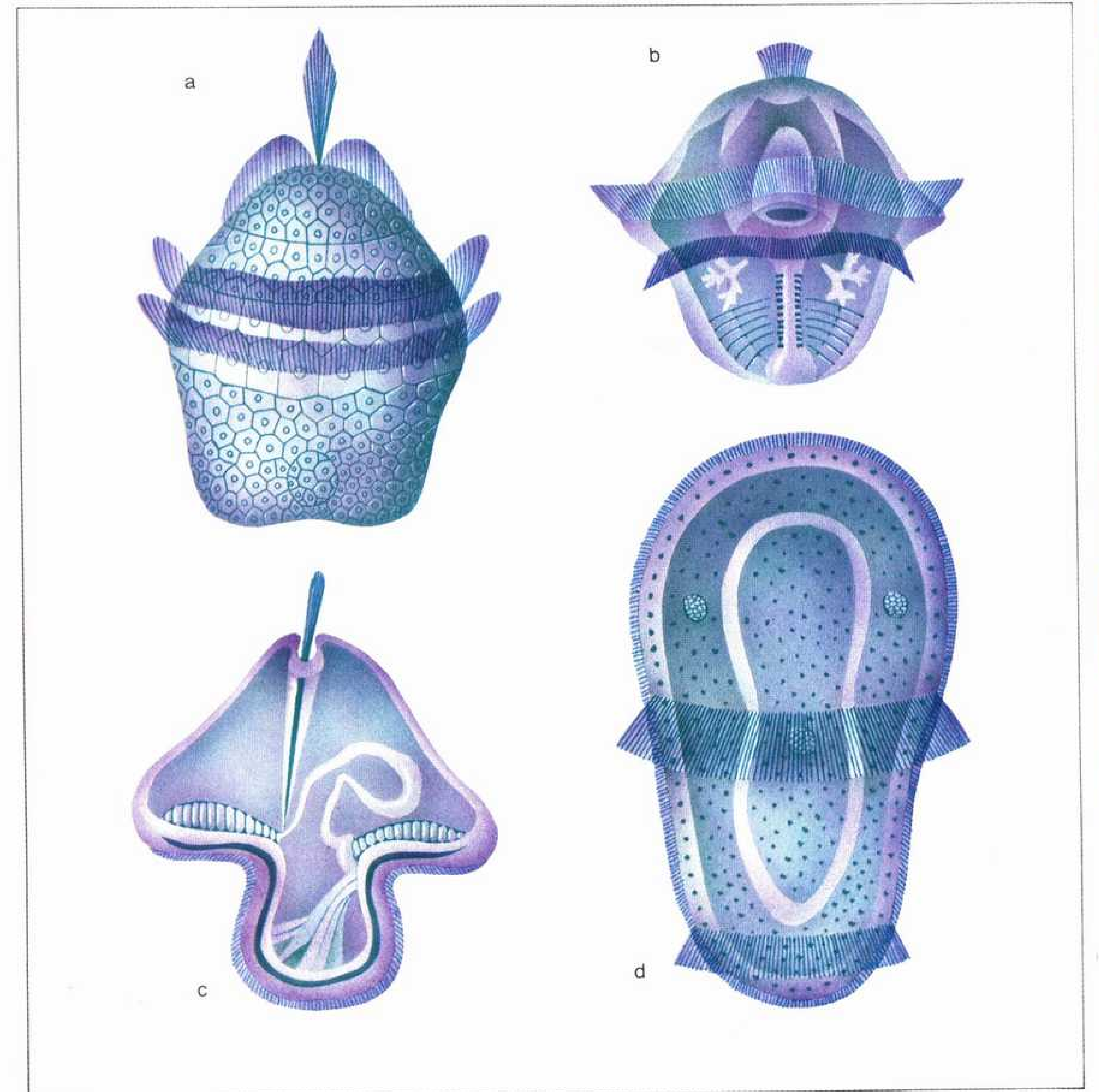
La evolución se inició en el mar

La vida comenzó en el mar: de esto no les cabe la menor duda a los científicos. Las primeras algas unicelulares aparecieron en el medio acuático salado. Ciertas especies actuales propias de las lagunas, probablemente se les parecen mucho. También los animales nacieron en el océano: los más antiguos fósiles conocidos son todos restos de especies zoológicas asentadas en los mares.

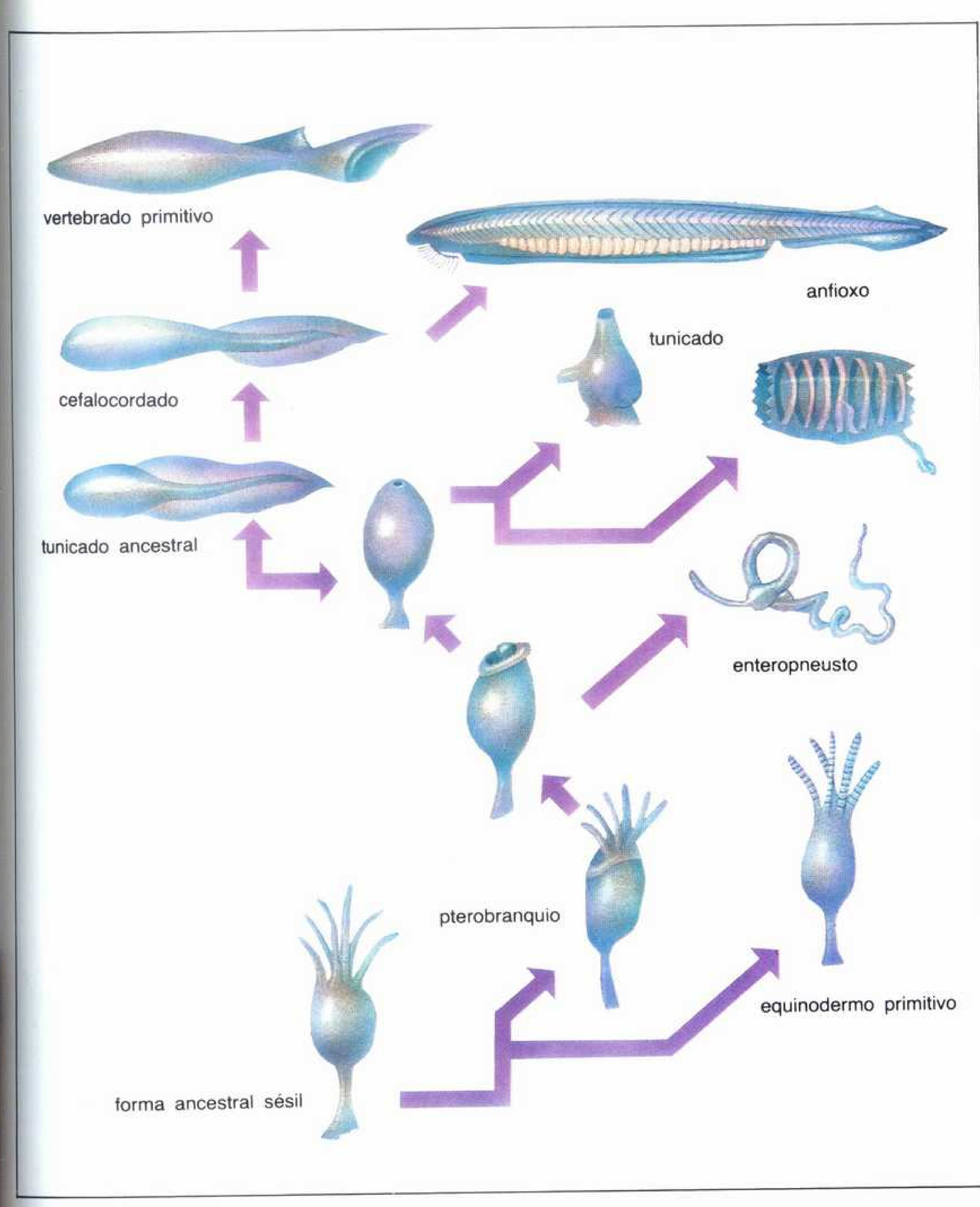
Todavía no se ha logrado recrear la vida en laboratorio a partir de los elementos que caracterizaron seguramente al «caldo primitivo» en el que empezó. Pero, a partir de los célebres experimentos del ruso Oparin, y luego del americano Miller, se sabe ya que es posible obtener artificialmente moléculas complejas (sobre todo aminoácidos, esos «ladrillos» elementales de las proteínas), enviando cargas eléctricas (análogas al rayo) sobre mezclas acuosas y gaseosas apropiadas. Las teorías, por lo demás, se enfrentan en este campo: la mayoría de los biólogos sostienen que la vida se derivó simplemente del ensamblaje de tales moléculas aparecidas en forma espontánea en el agua (y organizadas por esas otras moléculas prodigiosas que son los ácidos nucleicos: ADN o ARN). Pero otros especialistas no excluyen que las moléculas de la vida fueran «sembradas» sobre la Tierra por objetos llegados del espacio (meteoritos, etc.): en efecto, se han descubierto moléculas orgánicas en los polvos interestelares.

Las modalidades del paso del ensamblaje de moléculas a la verdadera célula (que es la unidad básica de la vida) son mucho más difíciles de describir. Desde luego, los ácidos nucleicos tienen una estructura tal, que se comportan espontáneamente como entidades casi vivas (los ácidos nucleicos de los virus saben introducirse en las células de las bacterias o de los seres pluricelulares, para «hacerse reproducir» por ellas). Pero la maquinaria celular es de tal complejidad que aún no se comprende bien cómo los diferentes elementos pueden entrar en juego. Si manda el ADN (pues contiene la información genética), necesita, para expresarse, de diferentes ARN (ARN mensajero, ARN de transferencia...). La síntesis de las proteínas se efectúa (según un único proceso para todos los seres vivos) en unos pequeños organitos llamados ribosomas. La energía necesaria para que los aminoácidos se enganchen sistemáticamente unos en otros (en orden estrictamente fijo), la proporcionan otros organitos especializados, las mitocondrias, donde se degrada la glucosa y donde se moviliza su energía química en forma de adenosina trifosfato.

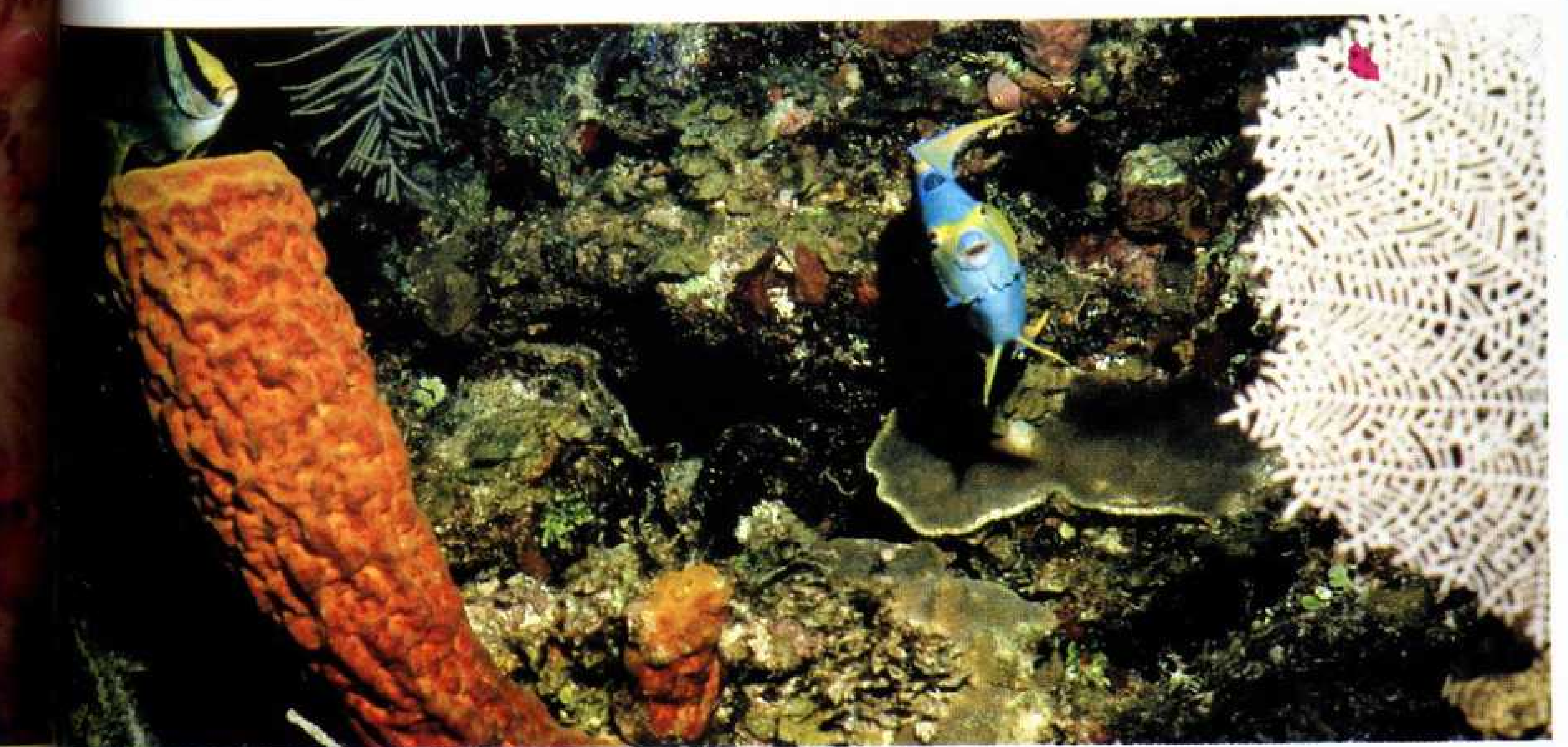
Parece que el paso de la reunión de moléculas previvientes a la célula propiamente dicha se efectuó con bastante rapidez, con un limitado número de formas intermedias (llamadas a veces prebiontes). Hasta hace poco se creía que la naturaleza había necesitado para ello de miles y miles de millones de años. Ahora bien, no hay tal cosa: la Tierra apareció hace unos 5,6 mil millones de años; pero se necesitó por lo menos 1,5 mil millones de años para que se enfriara lo bastante, superficialmente, como para que apareciera un océano primitivo. Ahora bien, las más antiguas formas de vida conocidas, los estromatolitos (formados por acúmulos de algas azules unicelulares), tienen una antigüedad de más de 3,5 mil millones de años. No se precisaron, pues, más de 500







La filiación de los organismos. *Las especies descienden unas de otras. A veces resulta fácil demostrar su parentesco, pero en otros casos es mucho más delicado. Las esponjas de formas diversas que figuran en las cuatro fotografías de esta doble página pertenecen al más primitivo de los grupos de metazoos, A veces se puede descubrir parentesco entre los* phyla *estudiando sus larvas. Así, las larvas trocóforas de los moluscos (esquema de la página anterior) (a), de los anélidos (b) y de los equiurios (c) se parecen y tienen puntos comunes con la larva* pilidium *(d) de los equiurios. Arriba: aparece representado el árbol filogénico simplificado de los vertebrados, de los que se piensa que pudieron tener tal vez como lejano antepasado a una especie de equinodermo sésil.*



a 600 millones de años para que la vida inventara la totalidad de sus procesos fundamentales.

Una vez creada la célula, lo esencial estaba hecho ya, aun cuando estemos lejos de conocer en detalle las modalidades de la diferenciación de las especies. Las células vegetales y las bacterias eran todas, en su origen, autótrofas, es decir, capaces de sintetizar su materia viva a partir de moléculas minerales (agua, gas carbónico, etc.), utilizando la energía luminosa del Sol (caso de las células clorofílicas) o la energía química de ciertos compuestos (caso de numerosas bacterias).

Poco a poco fueron apareciendo las células heterótrofas. Estas últimas, para vivir,





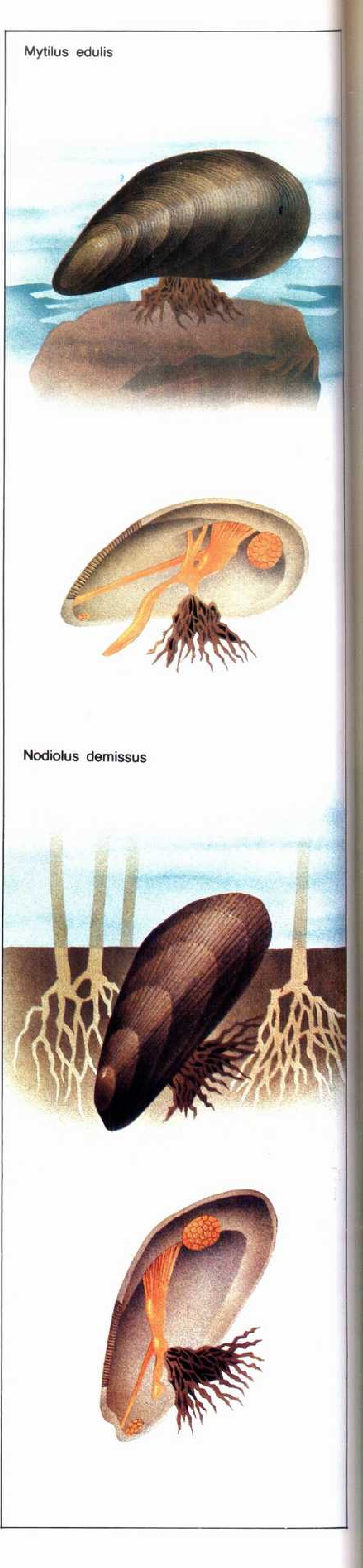
debían parasitar o absorber otras células vivientes. Habían nacido los animales unicelulares. Todavía hoy existen organismos (como las euglenas) que pueden, en función de las condiciones ambientales, comportarse como vegetales (procediendo a la fotosíntesis) o como animales (fagocitando las células extrañas). Los mixomicetos, o animales-hongos, son también ellos vegetales «paradójicos», que se parecen a los animales por muchos aspectos.

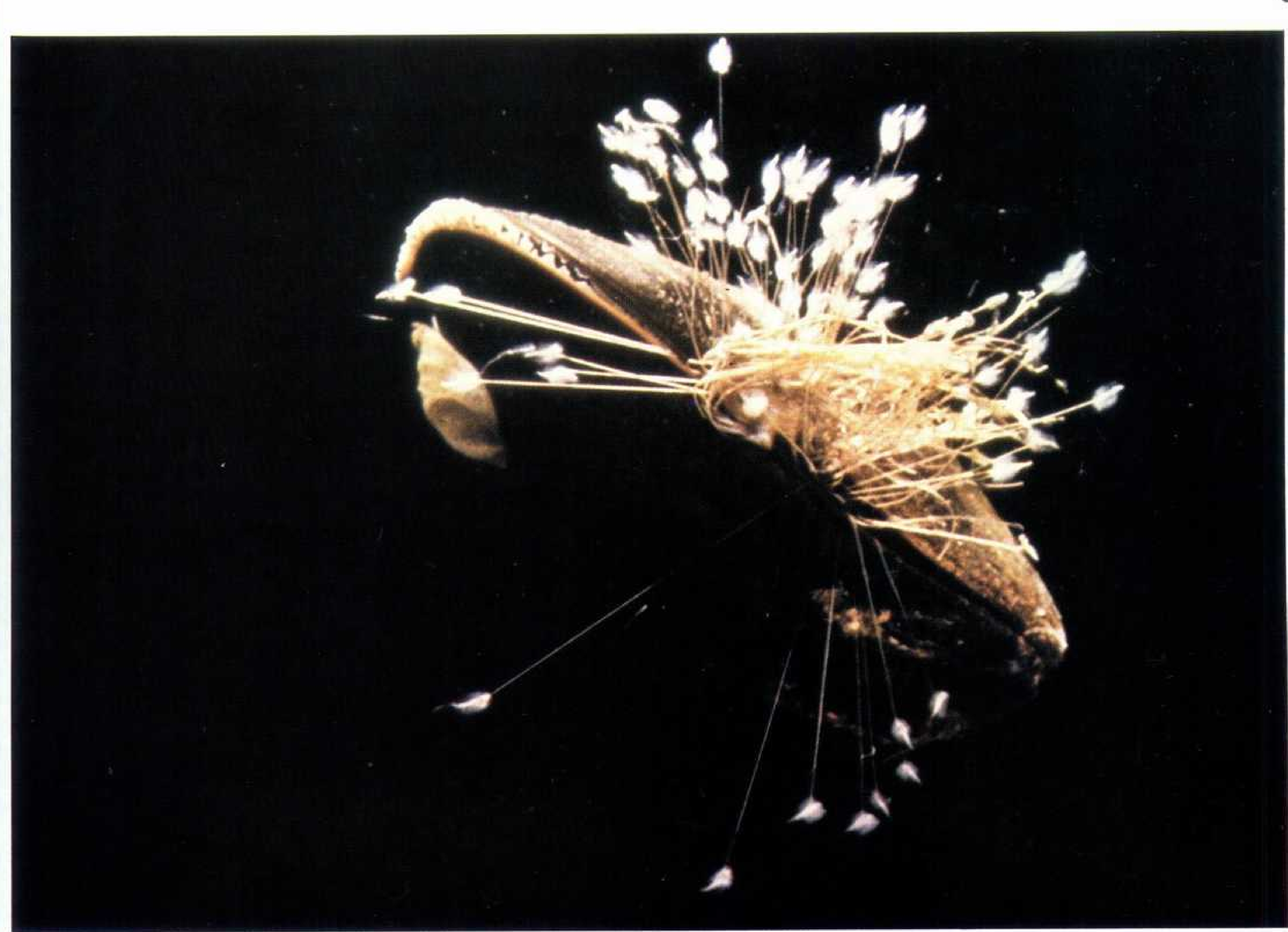
Tanto los vegetales como los animales unicelulares originaron especies pluricelulares: los metafitos en el primer caso, los metazoos en el segundo. Todos estos procesos siguieron teniendo por escenario el océano. No se sabe aún si los seres pluricelulares aparecieron por división (al partirse una célula en un gran número de células hijas, nietas, etc., manteniéndose unido el conjunto de estas unidades celulares), o si, por el contrario, nacieron por reunión. La existencia de colonias temporales o permanentes de células aglomeradas induce más bien a pensar que predominó el segundo proceso, aun cuando el primero bien pudo engendrar ciertas formas complejas muy particulares.

Los vegetales pluricelulares se diferenciaron en una serie de *phyla* (algas azules, rojas, pardas, doradas, verdes...). El *phylum* de las algas verdes, o clorofitos, dio lugar a los musgos (briofitos), a los helechos (pteridofitos) y a las plantas superiores de semilla (espermatofitos): la vida vegetal salió del agua.

Entre los animales, las esponjas (espongiarios, o poríferos) constituyeron posiblemente una suerte de callejón sin salida evolutivo (aun cuando numerosas especies de este *phylum* lograron mantenerse en el transcurso de las edades geológicas). Los celentéreos forman asimismo un grupo muy primitivo, cuyos embriones no tienen más que dos láminas (ectodermo y endodermo): como las esponjas, son animales diblásticos. Con los gusanos planos (platelmintos) comienzan los animales superiores, de tres láminas embrionarias (ectodermo, mesodermo, endodermo). Estos animales triblásticos se diferenciaron ampliamente en el mar (gusanos redondos, gusanos anélidos, moluscos, crustáceos, equinodermos, peces), antes de conquistar igualmente las aguas dulces y luego la tierra firme. Entre los vertebrados más evolucionados (reptiles, aves y mamíferos), ciertos grupos regresaron tardíamente al mar.

Los cambios no hereditarios. *Los organismos tienen una cierta plasticidad, que les permite sobrevivir en las condiciones ecológicas que les son más o menos favorables. Así, el hidroideo* Cordilophora caspia, *capaz de proliferar en medios acuáticos de diversa salinidad, adapta la forma y las dimensiones de sus pólipos a su entorno: cuando crece en agua dulce, sus pólipos son pequeños y globulados (a), mientras que cuando vive en agua salada son gruesos y alargados (b). Estas modificaciones no son hereditarias (genéticas), sino orgánicas (somáticas): si se trasplanta un individuo de agua dulce al agua salada, crece el tamaño de sus pólipos al cabo de un tiempo, y da origen a hidroideos de gruesos pólipos. Inversamente ocurre si se ejecuta la manipulación opuesta.*





Las modificaciones hereditarias. *Los mejillones comunes* Mytilus edulis *se han adaptado a vivir sobre las rocas batidas por las olas: su sistema de fijación (biso) y su musculatura son idóneos para resistir a la formidable potencia de tracción de las olas (dibujo de la página anterior). Por el contrario, el mejillón de las regiones pantanosas* Nodiolus demissus *no ha adquirido un sistema de fijación poderoso. La fotografía de al lado muestra los filamentos del biso de un mejillón común. El esquema de abajo representa esquemáticamente cómo las especies más frecuentes de pulgas de agua (pequeños crustáceos anfípodos) se reparten escogiendo cada una medios acuáticos de diferente salinidad.*

AGUA DULCE
AGUA SALOBRE
AGUA SALADA
Gammarus locusta
Gammarus zaddachi salinus
Gammarus zaddachi zaddachi
Gammarus chevreuxi
Gammarus pulex
Gammarus duebeni
Marinogammarus obtusatus
Marinogammarus marinus

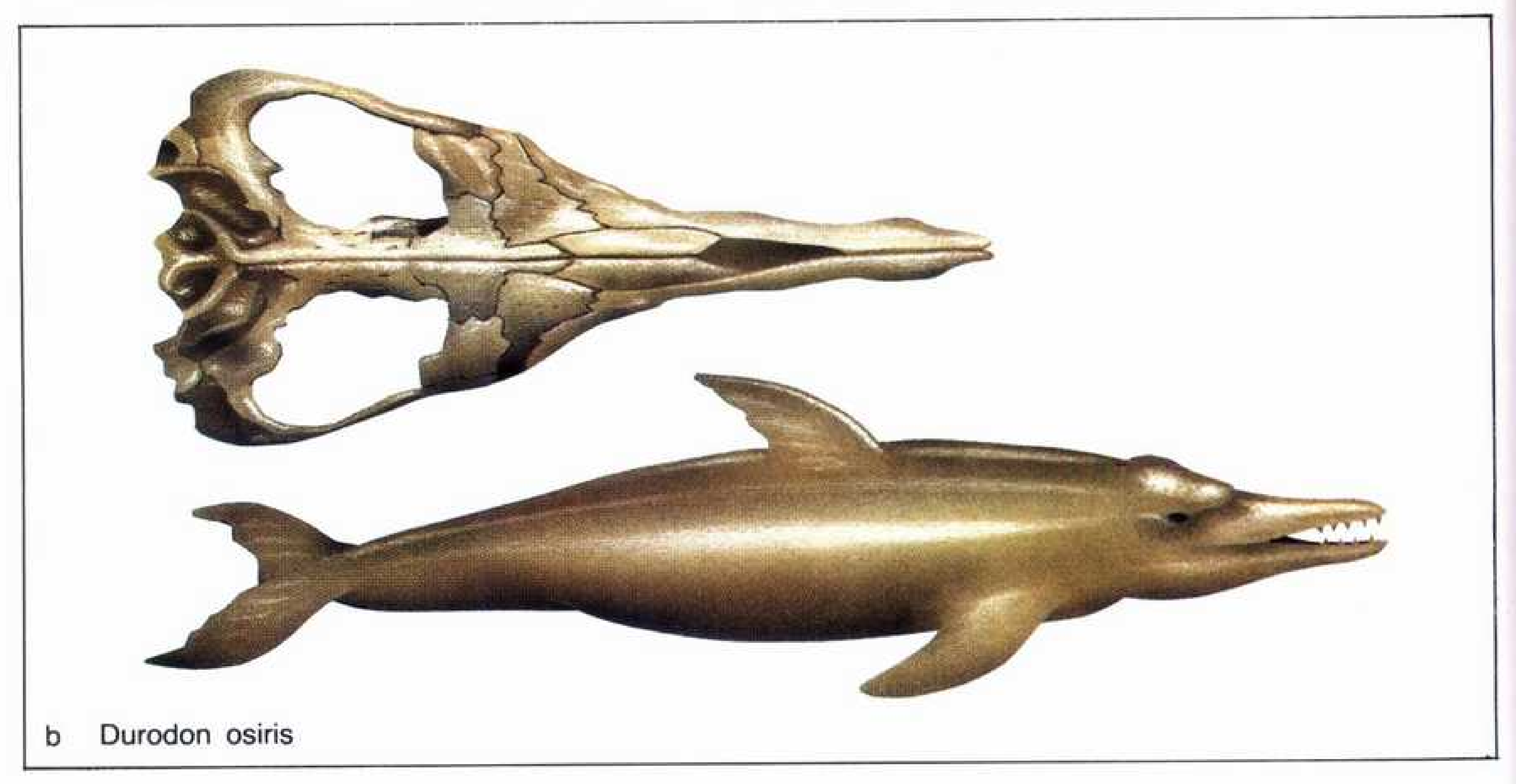
Los grandes vertebrados marinos

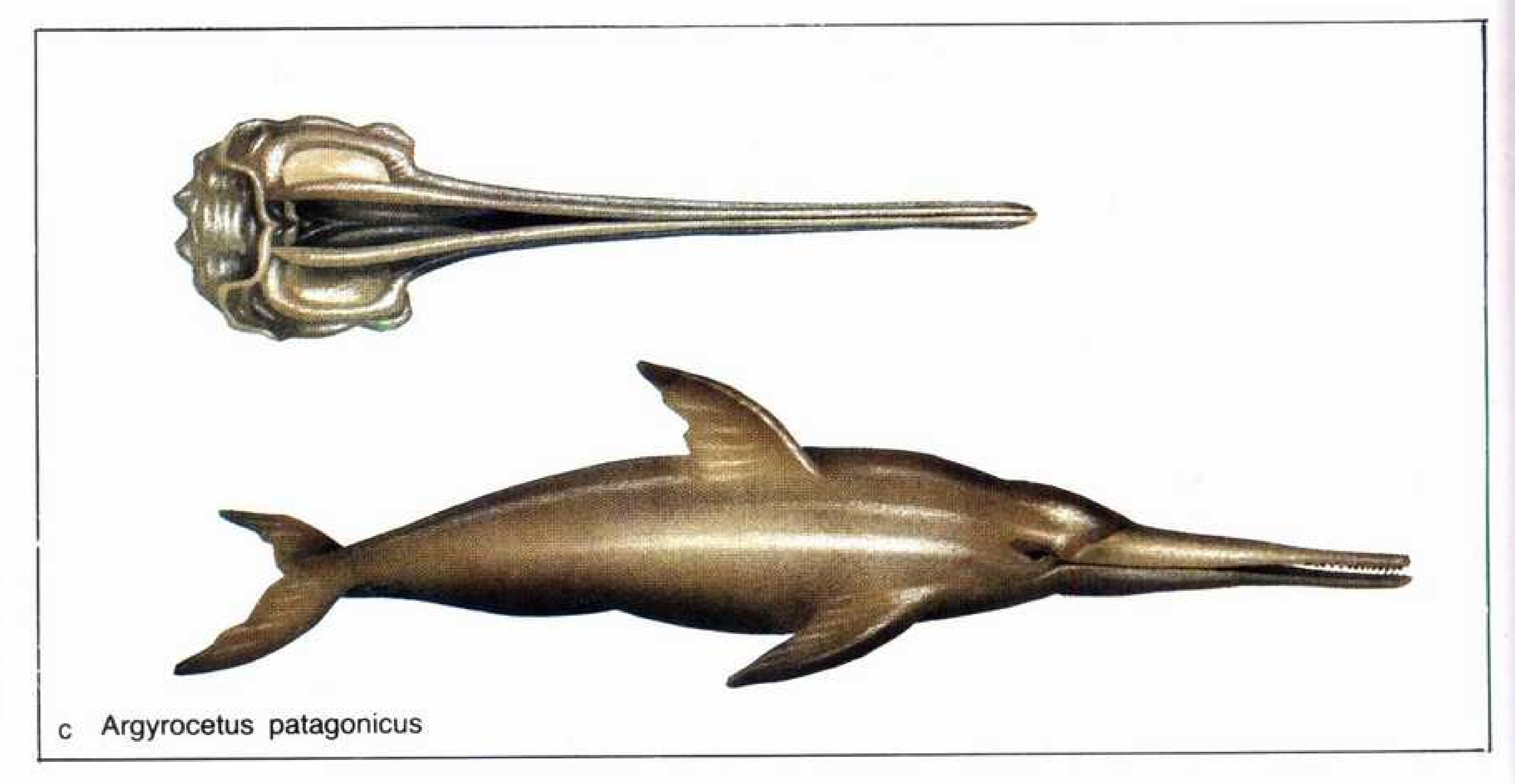
a Ichtyosaurus sp

EL *phylum* de los cordados abarca dos subramas, la de los procordados (en la que figuran animales como las salpas, los tunicados, los anfioxos), y el de los vertebrados. Los más primitivos entre estos últimos son los agnatos, o peces con boca en ventosa, también llamados ciclóstomos, que reinaron en los océanos a principios de la era Primaria, y de los que nos quedan hoy algunos representantes: las lampreas y las mixinas.

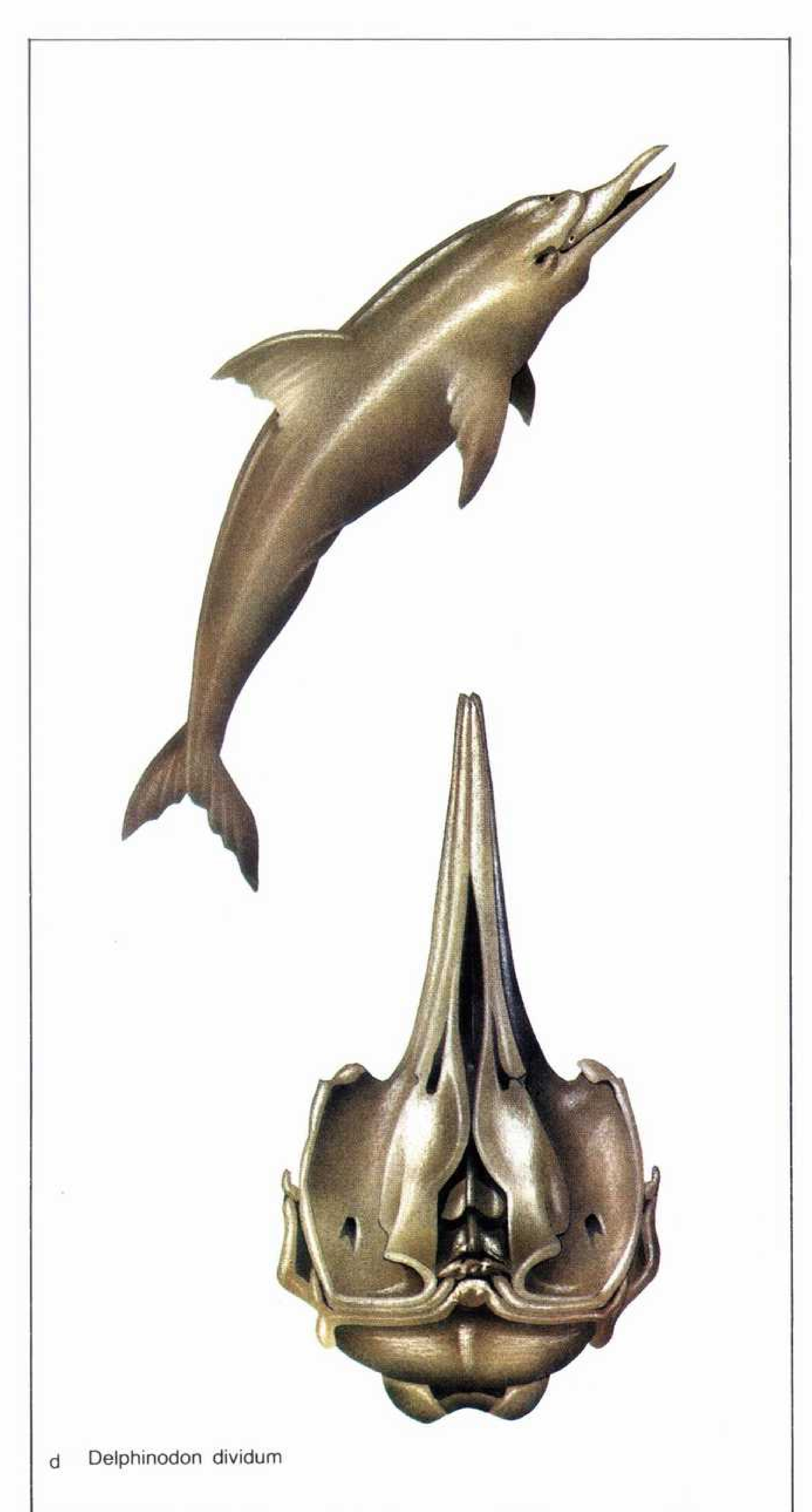
Rápidamente, sin embargo, los peces se diferenciaron en dos grandes clases: la de los condrictios, o peces cartilaginosos, y la de los osteíctios, o peces óseos. En el primer grupo figuran las quimeras, los tiburones y las rayas. Ciertos tiburones primitivos medían más de 15 metros de longitud. En el segundo grupo, se clasifican numerosas formas fósiles (placodermos o peces acorazados, etc.), fósiles vivientes, como los dipneustos, y peces de aletas radiadas (actinopterigios), entre los cuales hay que clasificar a los teleósteos, que constituyen los principales efectivos de los peces modernos.

Entre los osteíctios, un grupo es particularmente importante desde el punto de vista de la evolución: el de los crosopterigios. Se le creía totalmente extinguido, hasta que en 1939 se descubre (en aguas del canal de Mozambique) que seguía estando representado por el famoso celacanto. Los crosopterigios dieron lugar al conjunto de los vertebrados tetrápodos.


b Durodon osiris


c Argyrocetus patagonicus

Las convergencias de formas. En los mares del Triásico medio, hace unos 200 millones de años, nadaba un reptil cuyo perfil corporal recordaba mucho al del delfín o la marsopa: era el ictiosaurio. Su cola se había transformado en órgano natatorio (vertical), al igual que sus miembros anteriores, y su dorso ostentaba una especie de alerón estabilizador (en la página anterior, a). Los ictiosaurios se extinguieron en el Cretáceo, sin dejar descendencia. Fue mucho después, en el Eoceno, hace unos 55 millones de años, cuando aparecieron los primeros antepasados de los delfines. Durodon osiris *(b): estos animales, vueltos al mar como los ictiosaurios, habían recobrado las mismas formas hidrodinámicas, el mismo morro en forma de botella, el alerón dorsal, etc. Pero eran mamíferos, y su cola estaba deprimida en sentido horizontal. En el Mioceno vivía el definaptético* Argyrocetus patagonicus *(c). Más cerca aún de las formas actuales estaba* Delphinodon dividum *(d). Los delfines modernos se diferenciaron a finales del Terciario. Abajo: un delfín mular perteneciente a la especie* Tursiops truncatus.

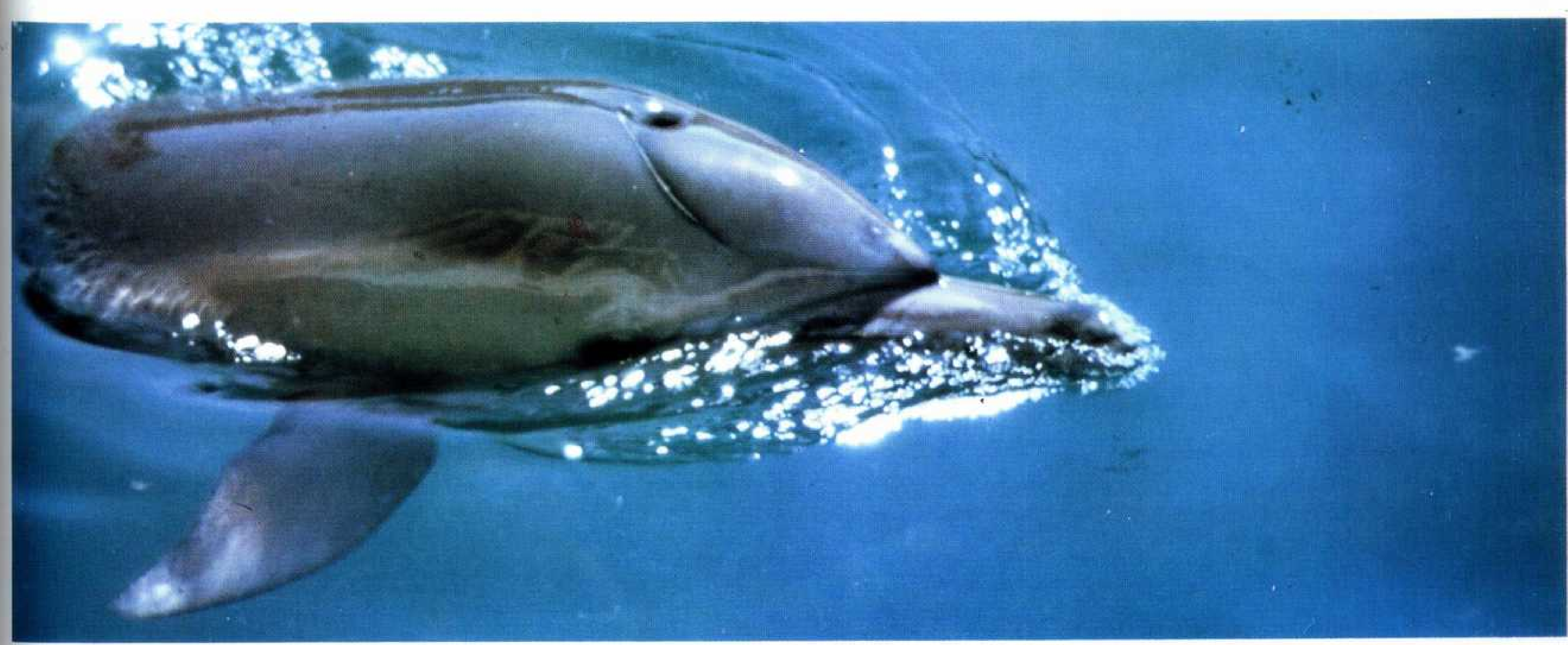

d Delphinodon dividum

Fueron éstos los que «salieron del agua», originando la clase de los anfibios, o batracios. Estos últimos siguieron sujetos al medio acuático durante su período de reproducción y juvenil (ponen los huevos en el agua, y experimentan metamorfosis en cuyo transcurso pasan de la respiración branquial a la respiración pulmonar). Se dividen en dos grupos: los anuros (ranas, sapos) y los urodelos (tritones, salamandras, etc.).

Los anfibios —los primeros vertebrados tetrápodos— dieron a su vez origen a una clase de vertebrados muy particular: la de los reptiles. Se supone que éstos se derivan principalmente de una rama muy fecunda en potencialidades evolutivas: la de los labirintodontes antracosaurios (como los *Seymouria,* que vivían en el Pérmico).

Los reptiles conquistaron verdaderamente las tierras emergidas. Algunos se encontraron muy a gusto en ellas. Pero otros regresaron rápidamente a la vida acuática. Las tortugas, por ejemplo, se dividieron en especies terrestres, de agua dulce y de agua salada; el orden de los quelónidos incluye, así, a todo lo largo de su historia evolutiva, a representantes marinos.

La mayor de las tortugas de la era Secundaria, que vivió en el Cretáceo, y a la que se llamó *archelon,* pasaba de los cuatro metros de longitud (la tortuga laúd actual, la gigante del orden, sólo llega a los 2,50 metros). Entre los cocodrilos, que han conservado todos costumbres acuáticas hasta nuestros días, hay que citar al enorme *nystrosaurus* (10 metros de longitud), que vivía en el mar, y sobre todo al *rhamphosuchus,* antepasado del gavial de la India, que superaba los 15 metros. Entre los lagartos marinos, los mosasaurios (parecidos a los cocodrilos) llegaban a los 12 metros de longitud: comían peces y nadaban rápidamente. Sin embargo, en el orden de los saurofícios (lagartos y serpientes), las especies que volvieron al mar son poco numerosas; se puede citar



entre ellas a la iguana de las Galápagos, y sobre todo a las serpientes marinas verdaderas, de la familia de los hidrofidios *Hydrophis, Pelamys, Laticauda).*
Los reptiles que imperaron en la Tierra en la era Secundaria, y que desaparecieron completamente al final del Cretáceo, hace unos 60 millones de años, fueron evidentemente los dinosaurios. También ellos trataron de recolonizar las aguas. Los dinosaurios acuáticos estaban representados sobre todo por dos grupos de animales gigantescos: los ictiosaurios y los sauropterigios. Los ictiosaurios, excelentes nadadores de cuerpo hidrodinámico, se parecían a los tiburones y a los delfines: avanzaban ondulando desde la parte posterior del cuerpo, y su cola estaba deprimida en sentido vertical, como la de los peces.
Los sauropterigios conservaban una morfología parecida a la de los dinosaurios terrestres. Algunos llegaban a los 20 metros de longitud, y el cráneo de uno de los más grandes, el *kronosaurus,* medía él solo tres metros. En este mismo grupo figuraban los plesiosaurios, o largartoscisnes, así llamados por su cola larga y flexible; entre éstos, el elasmosaurio pasaba de los 15 metros: sus cuatro miembros se habían transformado en aletas, mientras su cola servía de timón.
Los reptiles dieron lugar a las aves y a los mamíferos. Las primeras, después de conquistar los aires y poblar todos los ambientes terrestres, supieron sacar provecho de los recursos alimentarios de las aguas dulces y saladas. Las modalidades de la adaptación a la vida acuática son siempre las mismas: adquisición de un cuerpo hidrodinámico, transformación de los miembros en aletas, mejoramiento de los rendimientos en inmersión, etc.



La marcha de los pingüinos. *Las teorías sobre el origen de los pingüinos de la Antártida, o impennes, no están aún probadas, y los especialistas no se ponen de acuerdo sobre el tema. Se trata de aves primitivas, pero paradójicamente ya muy especializadas. Sea de ello lo que fuere, si las alas de los pingüinos no sirven para volar, constituyen estupendos remos: estos pájaros «vuelan» literalmente bajo el agua, persiguiendo a pequeños crustáceos planctónicos de los que se alimentan (o para tratar de escapar a sus mortales enemigos: las focas leopardo y las orcas). Los fósiles de pingüinos incluyen especies de gran tamaño, especialmente* Pachydyptes *y* Anthropornis *(a), que vivían en el Mioceno, o también* Palaecudyptes *(b), que se remonta a la misma época. Este último era algo más grande que el pingüino emperador* Aptenodytes forsteri, *que puebla la Antártida en nuestros días (c). La especie fósil* Palaeospheniscus patagonicus *(d) apenas era mayor que las más pequeñas especies actuales del orden, como* Spheniscus mendiculus *(e), que vive en las islas Galápagos.*







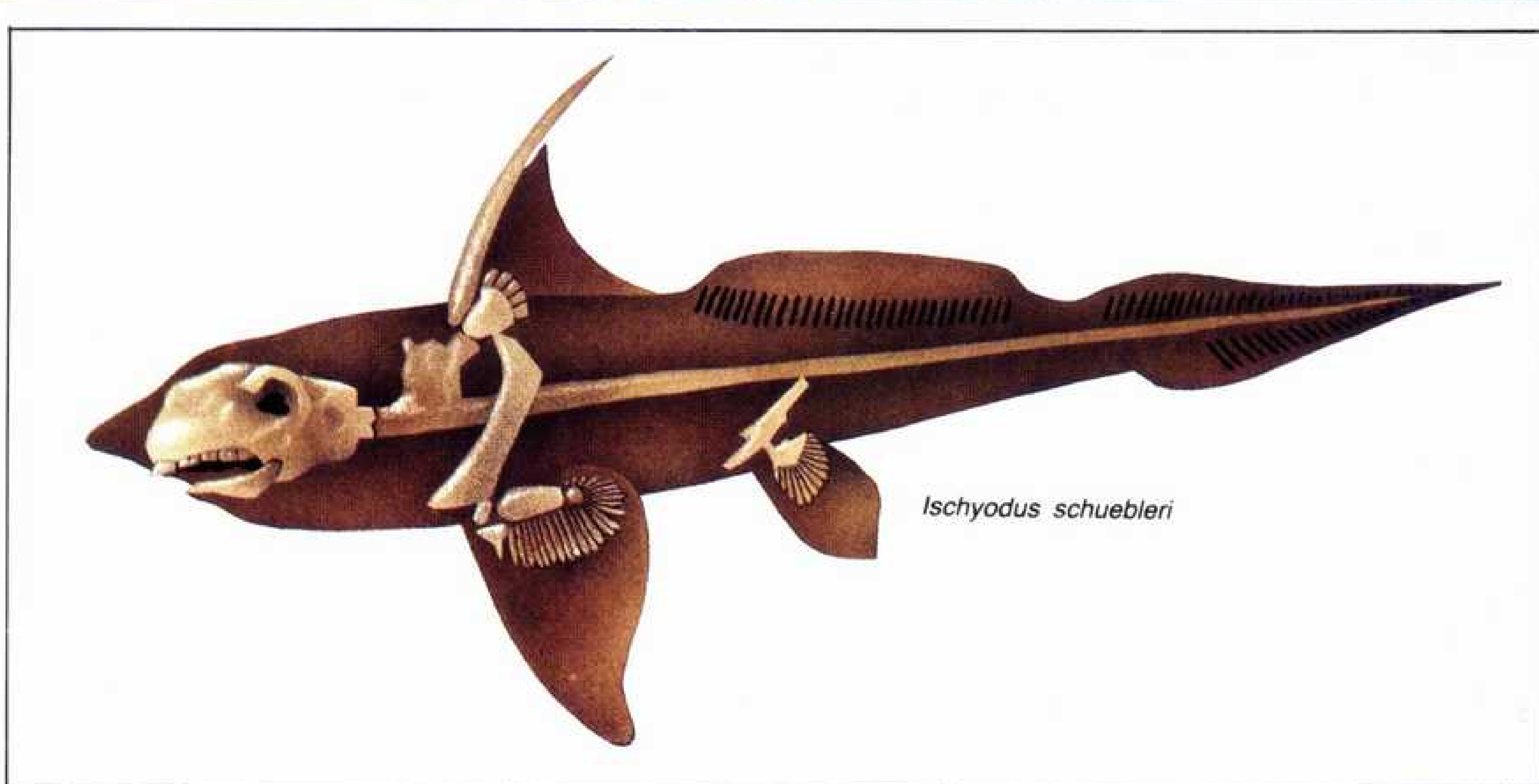












La quimera. *La quimera es el único representante actual del grupo de los peces holocéfalos que, con los tiburones y las rayas, constituye la clase de los peces cartilaginosos. Animales que no han cambiado desde el Triásico, poseen dos aletas dorsales, una espinosa y venenosa, la otra blanda y alargada. Las fotografías de arriba muestran tres actitudes del animal en su ambiente natural. El esquema de al lado, a la derecha, es un corte de un antepasado fósil de la quimera, llamado* Ischyodus schuebleri.

Estas características fueron utilizadas evidentemente por las especies volátiles: algunas se contentaron con aprender a nadar y a zambullirse aceptablemente (patas, etc.). Otras pronto fueron capaces de vivir enteramente de los recursos del mar (cormoranes, alcatraces, pájaros bobos, etc.). Las aves que más se adaptaron a las condiciones acuáticas fueron los pingüinos de la Antártida, capaces literalmente de «volar» bajo el agua. Los pingüinos actuales, cuyo representante más grande es el pingüino emperador, tuvieron antepasados fósiles de diverso tamaño: uno de ellos, en el Mioceno, alcanzaba 1,60 metros de altura.

El mayor pingüino alciforme del hemisferio Norte, que fue exterminado por el hombre (y cuyo úlimo representante se extinguió hacia 1840), medía cerca de 1,40 metros.

Tampoco los mamíferos dejaron de regresar al mar. Algunos, como los osos blancos, se limitan a hacer prolongadas incursiones en él. Pero otros pasan allí prácticamente casi toda su existencia: tal ocurre con la nutria marina y los pinnípedos (morsas, otarias, focas), que sólo salen a tierra para reproducirse. Osos blancos, nutrias y pinnípedos derivan todos de un mismo ramal evolutivo: el de los carnívoros (aunque, a decir verdad, sus respectivos antepasados son muy diferentes).

Los sirenios, enteramente acuáticos, descienden de animales del orden de los proboscidios. En otras palabras, dugongos, manatíes y ritinas (éstas últimas, desaparecidas en el siglo XVIII a manos de los hombres) son parientes lejanos de los elefantes.

Los cetáceos son, por supuesto, los animales más adaptados a la vida acuática. Nosotros, a lo largo de nuestras expediciones investigadoras, hemos tenido ocasión de estudiar ampliamente los diversos aspectos de esta notable evolución: hidrodinamismo, modificaciones fisiológicas en inmersión, adquisición de órganos de los sentidos especializados (sobre todo del sentido de la ecolocalización), etc.

A la conquista de las orillas

El *phylum* de los artrópodos, o invertebrados articulados, comprende animales cuyo cuerpo está cubierto por un caparazón quitinoso que hace las veces de esqueleto externo. Se divide en dos grandes subramales: el de los quelicerados, o quelíceros, caracterizados por apéndices bucales llamados quelíceros o quelas, y el de los antenados, que no tienen quelíceros, sino antenas. Los primeros incluyen a los merostomáceos (límulas), los picnogónidos y los arácnidos (arañas y escorpiones). Los segundos agrupan a los crustáceos, los miriápodos y los insectos. Los artrópodos son, con mucho, el grupo zoológico más abundante en especies: mientras que existen menos de 70.000 especies de vertebrados, se cuentan más de 30.000 especies de crustáceos, y sobre todo más de millón y medio de especies de insectos.

Los merostomáceos y los picnogónidos son únicamente marinos. Los arácnidos, los miriápodos y los insectos son esencialmente terrestres. Existen arañas de agua dulce (argironetas) e insectos de pantanos y ríos (escorpiones y chinches de agua): sólo una especie de insectos es auténticamente marina.

Los crustáceos, que se distinguen de los miriápodos y de los insectos por su respiración branquial (y no aérea), comprenden no obstante numerosas formas capaces de sobrevivir en tierra firme.

Muchos crustáceos, incluso, partieron, por así decir, a la conquista de las orillas. Los paguros, o cangrejos ermitaños, que se apropian de las conchas de moluscos gasterópodos para proteger su blando abdomen, no vacilan (por lo menos algunos) en correr por la playa en la bajamar. Los que pertenecen al género *Coenobita* resuelven el problema de su respiración fuera del mar reservando agua en su concha. Los cangrejos de los cocoteros *(Birgus latro)* están más adaptados a la vida aérea. Abundan en verdaderas manadas en las playas de ciertas islas tropicales. Hasta hace poco se pensaba que subían a los cocoteros para arrancar los frutos, cosa de la que son incapaces. Aunque es verdad que se nutren (por lo menos en parte) de vegetales. En ellos, las branquias están contenidas en una especie de bolsa de piel vascularizada. Se diría casi que se han transformado en pulmones.

Sin embargo, este cangrejo terrestre no se ha liberado por completo del elemento acuático, lo mismo que el cangrejo violinista, que excava su madriguera en la arena o el lodo de la orilla. Estos crustáceos, en efecto, tienen que desovar en el agua. Sus larvas no pueden pasar al aire libre las mudas y las metamorfosis que las convierten en adultos.

Los crustáceos más adaptados a la tierra firme, que pertenecen al orden de los isópodos, son los milpiés, que viven en las piedras y en los muros. Estos animales poseen branquias profundamente modificadas, que les permiten respirar directamente en la atmósfera. Pero no todos los isópodos están tan especializados: la mayoría necesitan por lo menos humedecer periódicamente las branquias para sobrevivir. Todos los animales del orden,





Entre el mar y la tierra. *Muchos animales pasan una parte de su existencia sumergidos, y otra en seco, según la marea. Así hace el crustáceo isópodo* Ligia pallasii *(dibujo de la página anterior). Su pariente* Ligia italica *lleva una existencia parecida a orillas del Mediterráneo (aquí, a la izquierda). Los paguros, o cangrejos ermitaños (arriba), y los cangrejos violinistas, o* Uca *(aquí, a la derecha, primer plano de uno de ellos) son familiares en las costas bajas dejadas al descubierto por el reflujo.*



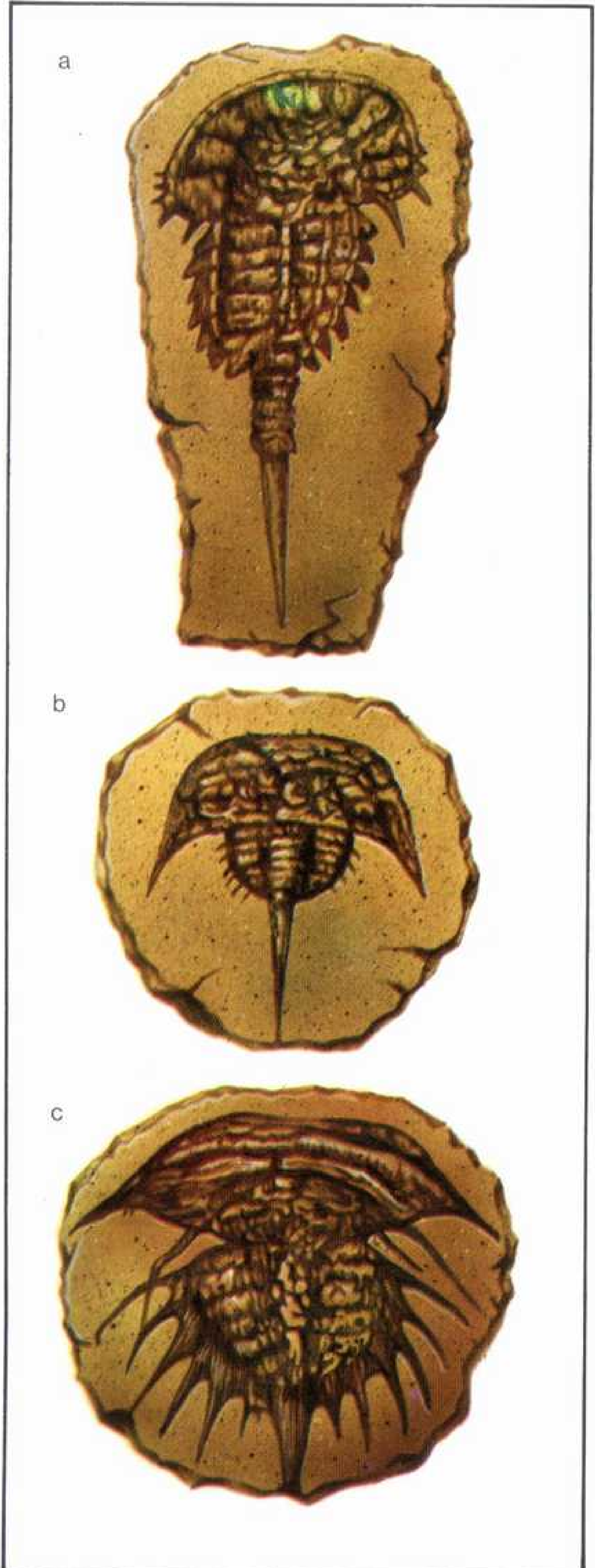
sin embargo, han resuelto el problema de la supervivencia de las larvas haciendo un corto circuito en el largo ciclo de las metamorfosis: los huevos permanecen pegados al tórax de los adultos reproductores, y el desarrollo es directo. La adaptación más completa se da en las especies del género *Pericardia:* las larvas no pasan ninguna fase de vida acuática. Las ligias *(Ligia)*, comunes en la mayoría de las costas, viven inmediatamente por encima del nivel de la pleamar; pasan casi todo el tiempo fuera del elemento acuático. Los *Alloniscus* permanecen escondidos en la arena durante el día, y salen de noche a explorar las playas. Ciertos milpiés particularmente evolucionados, como *Porcellio* y *Armadillidium,* tienen un sistema respiratorio constituido por seudotráqueas muy semejante al de los insectos.

Fósiles vivientes

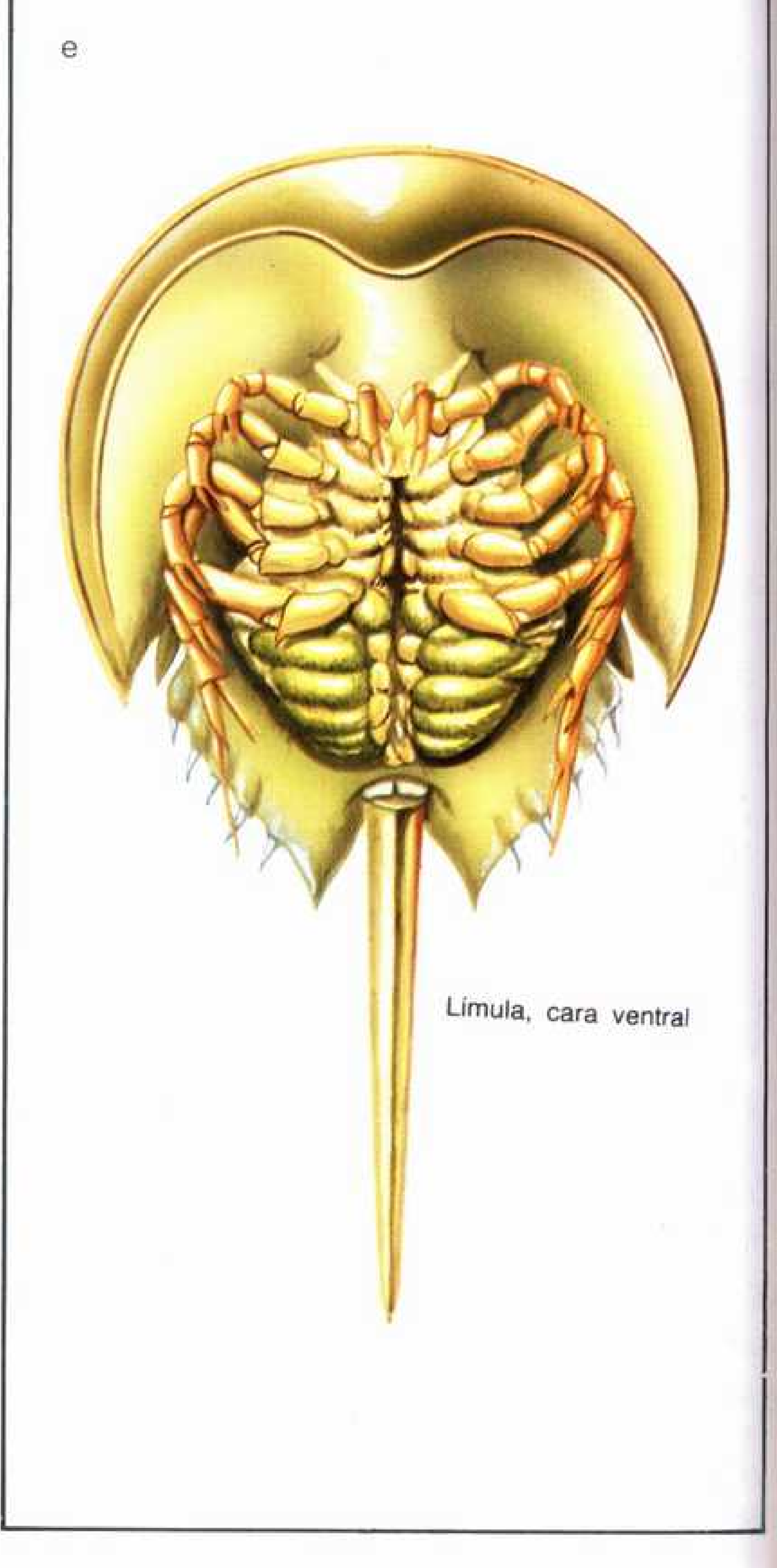
La vida no cesa de inventar, pero no siempre con éxito: son muchas más las especies muertas —en el curso de las edades geológicas— que las que viven en la actualidad. Entre los grandes desaparecidos, hay que citar a los trilobites. Estos preartrópodos fueron tan abundantes en la era Primaria, que a veces se llama a ésta la «edad de los trilobites». En la era Secundaria, una vez que hubieron desaparecido todos los trilobites, triunfaron los dinosaurios. Pero éstos murieron también, al final del Cretáceo, al mismo tiempo que otros muchos grupos de animales, como los belemitas y ciertos tipos de corales.

Se llama fósiles vivientes a especies que han atravesado las edades, idénticas a ellas mismas, resistiendo a todas las con-









La límula, o cacerola de las Molucas. *Este auténtico fósil viviente forma parte del gran* phylum *de los artrópodos, pero no es un crustáceo. Se acerca más a las arañas y los escorpiones, pertenecientes a la clase de los merostomáceos, o xifosuros. Estaba mucho mejor representado sobre el globo en el* Cámbrico *que en nuestros días. Las límulas actuales se parecen totalmente a los fósiles de xifosuros del* ***Jurásico.*** *Aquí al lado, a la izquierda, tres imágenes de xifosuros fósiles:* Hemiaspis *(a),* Belinurus *(b) y* Prestwchianella *(c). Los dibujos de encima muestran la cara dorsal y la cara ventral de una límula actual. Esta última (fotografía de arriba de esta página), con unos 40 centímetros de longitud, vive bien protegida por su grueso caparazón. Se conocen varias especies, desde el sur de Estados Unidos hasta las costas de China y la India.*

turbaciones geológicas. En general, tales seres vivientes están poco especializados, son poco exigentes en cuanto a sus condiciones de existencia (temperatura, salinidad, etc.). En la tierra firme, los animales más antiguos son probablemente ciertos artrópodos, en especial las cucarachas: estos insectos activos han permanecido prácticamente sin cambios desde mediados de la era Primaria.

En el océano, los fósiles vivientes son más numerosos que en los continentes, pues existen regiones, especialmente en las profundidades, donde las condiciones ecológicas permanecen casi constantes. Uno de los animales más extraños que se pueden encontrar, en las costas atlánticas de los Estados Unidos y en las orillas del golfo de México, es la límula *(Limulus polyphemus)*. Este artrópodo con cefalotórax en forma de herradura posee una «cola» puntiaguda (que justifica el nombre científico de xifosuro: del griego *xiphos*, «espada», y *oura*, «cola»). Se trata de un merostomáceo: posee quelíceros, como los arácnidos (arañas y escorpiones), pero respira por medio de branquias. Otras especies de límulas se encuentran en las costas de América del Sur, así como en el sudeste de Asia. En el mismo subramal de los queliceratos existen otros fósiles vivientes: son los picnogónidos. También marinos, frecuentan más bien los abismos. Con su cuerpo de reducido tamaño, sostenido por inmensas patas articuladas, se parecen mucho a las arañas. Otro superviviente del Paleozoico es la língula *(Lingula)*. Este animal, que no ha cambiado prácticamente desde el Devónico, forma parte del *phylum* de los braquiópodos. Las especies de esta rama tienen a primera vista el aspecto de moluscos, pues poseen una concha bivalva; pero su estructura interna es muy diferente. Estos animales aparecieron ya en el Cámbrico, llegando a su apogeo en el Silúrico, existiendo entonces miles de especies. Las língulas, con algunos otros, son los últimos representantes de un linaje interminable.

Entre los moluscos son bastante numerosos también los supervivientes de los tiempos geológicos. En esta rama la evolución fue rápida, y en el curso de las edades aparecieron miles de especies. Pero algunos lograron perdurar, pese a todas las conturbaciones de los ecosistemas. Uno de estos supervivientes es el nautilo *(Nautilus)*: este magnífico cefalópodo de concha a rayas blancas y rojas subsiste todavía en aguas del Pacífico, especialmente desde las Filipinas hasta las Molucas, Nueva Caledonia y las Fiji. Además de su concha en espiral absolutamente perfecta desde el punto de vista geométrico, el nautilo se distingue de los demás cefalópodos por su gran número de tentáculos (60 a 90) sin ventosas, y por sus dos pares de branquias. Es el último representante del grupo de los tetrabranquios, mientras que todos los cefalópodos modernos son dibranquios. Los tetrabranquios abundaban en la era Primaria, representados en especial por los ammonites: éstos se parecían probablemente a ciertas sepias actuales del género *Spirula*.

En 1952, el barco de investigaciones oceanográficas danés *Galatea* se encontraba frente a las costas pacíficas de Costa Rica, en América Central, cuando recogió en sus redes sumergidas a 3.650 metros unos extraños moluscos cuya concha, formada por una sola valva (como la de los **gasterópodos**) no era disimétrica. Los zoólogos de la expedición dudaron mucho antes de clasificar al animal, al que llamaron *Neopilina galatheae*. Advirtieron que se trataba de un fósil viviente, el último representante de la clase de los moluscos monoplacóforos, que se conocían muy bien por ciertos terrrenos de la era Primaria, y que se creían definitivamente extinguidos desde finales del Cámbrico.

Aún en nuestros días subsiste también otra clase de moluscos muy primitiva, la de los poliplacóforos, sin haber casi evolucionado desde el Silúrico. Incluye esencialmente animales de simetría bilateral y concha formada por ocho placas imbricadas: los quitones. Estos viven modesta pero obstinadamente fijos a las rocas de la zona litoral en casi todos los océanos del mundo.

Cuando se habla de fósiles vivientes, no se puede dejar de evocar el caso del celacanto. Los celacantiformes tuvieron su

La língula. *Los braquiópodos son un* phylum *animal muy antiguo, que tuvo su apogeo en la era Primaria, y algunos de cuyos representantes han sobrevivido hasta hoy prácticamente sin cambio. El dibujo de aquí al lado muestra una língula actual (a) de la especie* Lingula anatina, *y dos conchas bivalvas de língulas fósiles (b), que se atribuyen a la especie* Lingula münsteri. *Contrariamente a los demás braquiópodos aún vivientes que permanecen fijos a las rocas, la língula pasa su existencia en los sedimentos submarinos.*

El anfioxo, o lanceta. *El animal que muestra la fotografía de abajo no es un pez, sino un cefalocordado. Pertenece al grupo evolutivo que abarca a los ancestros de los vertebrados. Es un cordado (posee un cordón dorsal, que se distingue perfectamente en la fotografía gracias a la transparencia del cuerpo), pero no tiene el grado de organización que alcanzan los cordados superiores, es decir, los vertebrados. Los anfioxos viven cerca de las costas arenosas, y se esconden de buen grado en el sedimento húmedo en la bajamar.*



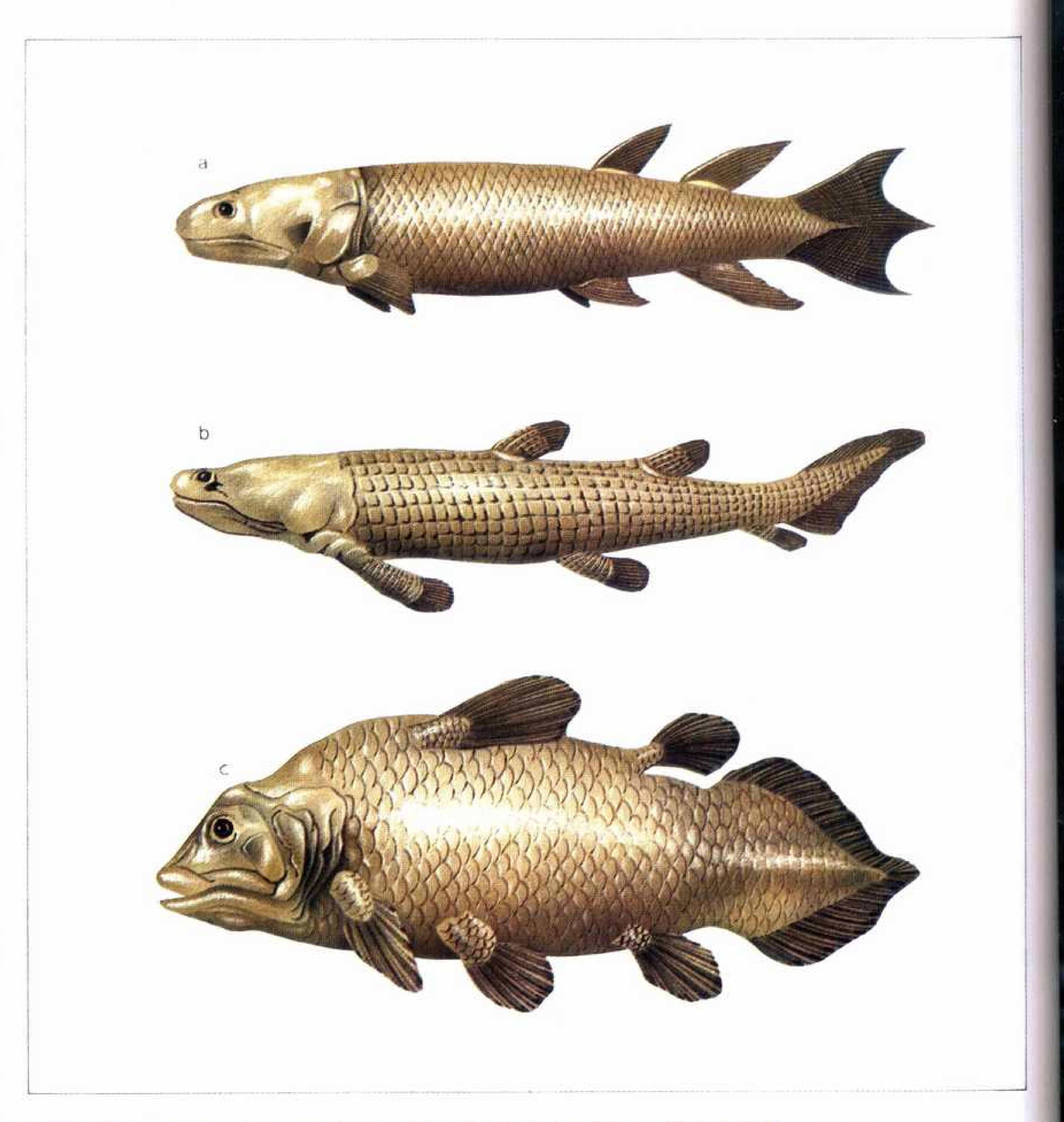
período de máxima expansión a finales de la era Primaria, y se les creía definitivamente extinguidos desde el Cretáceo. ¡Cuál no sería la sorpresa de los ictiólogos cuando, en 1938, se descubrió un ejemplar en aguas del canal de Mozambique, entre Africa y Madagascar!... Desde entonces se han capturado varios más en la misma región y alrededor de las Comores, a profundidades del orden de 200 a 800 metros. Bautizados *Latimeria chalumnea* por los taxonomistas, el celacanto pertenece al grupo de los peces crosopterigios, sumamente importante desde el punto de vista de la evolución, pues es en sus filas donde aparecieron los antepasados de los vertebrados tetrápodos. El celacanto, que forma parte de la familia de los actinístidos, no es en modo alguno nuestro ancestro directo, como llegaron a decir ciertos periódicos con fines sensacionalistas.

¡Pertenece a un grupo en el que se encuentran igualmente nuestros antepasados, que no es lo mismo! Los vertebrados tetrápodos surgieron de los crosopterigios de la familia de los ripístidos: este conjunto de evolución muy rápida desapareció totalmente en cuanto tal desde el Pérmico.

El celacanto es un animal fascinante. Su tonalidad azulada es muy hermosa, como curiosa es su morfología. Sus aletas pares, en especial, están montadas sobre una especie de pedúnculos parcialmente osificados, que hacen pensar irresistiblemente en esbozos de patas. Sus escamas, muy grandes y abultadas, dan un aspecto rugoso a su piel. Las hembras llegan a 1,70 metros de longitud y 80 kilogramos de peso; los machos son más pequeños: 1,50 metros y 40 kilogramos. La especie es carnívora: en el estómago de ciertos ejemplares se han encontrado peces de tres kilogramos. El celacanto actual presenta curiosamente un conjunto de caracteres muy evolucionados y de rasgos muy primitivos. Su cuerda dorsal, su pequeño encéfalo y su corazón casi lineal son «antiguos», y demuestran que los celacantiformes no pueden haber dado origen de manera directa a los vertebrados tetrápodos.

Por el contrario, la evolución de los miembros del animal y su esbozo de aparato pulmonar (constituido por un divertículo del esófago) permiten confirmar que pertenece al linaje de los crosopterigios, bastante fértil en inventos evolutivos.

Todos estos fósiles vivientes son fascinantes, al haber resistido a las catástrofes climáticas y ecológicas de la Tierra. Podrían ser también los únicos que sobrevivieran a un conflicto nuclear mundial, ése que corremos peligro de desencadenar hoy día...





El famoso celacanto. *En 1938 se descubrió el celacanto en el canal de Mozambique. Este animal pertenece a la subclase de los crosopterigios, que se creía extinguida desde hace por lo menos 50 millones de años. Los crosopterigios son particularmente interesantes porque dieron origen a los vertebrados tetrápodos: éstos fueron los que «salieron del agua» para transformarse en anfibios. Sin embargo, el celacanto no es en modo alguno antepasado nuestro, como llegó a afirmar una cierta prensa sensacionalista cuando se descubrió. El dibujo de arriba muestra tres tipos de crosopterigios, dos del Devónico,* Osteolepsis *(a) y* Eusthenopteron *(b), y uno del Jurásico y del Cretáceo,* Undina *(c).*



Los gasterópodos primitivos

Los paleontólogos están de acuerdo en que los moluscos gasterópodos actuales, que comprenden más de 80.000 especies marinas (conos, cañadillas, bocinas, etc.) y más de 20.000 de agua dulce (limneas) o terrestres (caracoles, babosas), descienden de animales simétricos, los isopleuros (de flancos iguales), todos ellos extinguidos en la actualidad, pero a los que pertenecían animales fósiles como los belerofontes *(Bellerophon)*. Los gasterópodos actuales forman el grupo de los anisopleuros (de flancos desiguales), pues su concha enrollada en espiral no es simétrica. Se les divide en tres subclases: prosobranquios, pulmonados y opistobranquios.

Los prosobranquios, así llamados porque sus branquias están situadas delante del corazón, son los más primitivos; y entre ellos, los más cercanos al «modelo» antiguo son los diotocardios y los heterocardios.

Entre los diotocardios, los cigobranquios se han mantenido muy próximos al tipo original, representado por los beleróofonos. Como en estos últimos, su concha presenta una charnela que facilita la salida del agua de su cavidad paleal. Los más arcaicos del grupo son los *Pleurotomaria*, que existían ya en el Cámbrico, y del que sobreviven algunas raras especies todavía, propias de las grandes profundidades. Las fisurelas *(Fissurella)*, que viven pegadas a las rocas, son parientes suyas: los jóvenes animales de esta especie tienen una concha enrollada en espiral, provista de una charnela lateral típica. En el curso del crecimiento la concha adquiere una forma cónica, y la hendidura se convierte en una abertura situada en la cima del cono.

En los *Haliotis*, u orejas de mar, los restos de la charnela pleurotomariana se observan bajo forma de una sucesión de agujeritos, que atestiguan el crecimiento de la concha. Orejas de mar se encuentran en todas las zonas templadas y calientes del océano. Son esas magníficas conchas sucintamente espiriladas, cuyo interior presenta tonalidades nacaradas, maravillosas a veces. Los haliótidos abarcan especies de muy diferente tamaño: la oreja de mar común del Mediterráneo y de las orillas del Atlántico apenas superan los ocho a diez centímetros de longitud, mientras que el gran nácar rojo *(Haliotis rufescens)* y el nácar negro *(Haliotis cracherodii)*, que viven en aguas de California, alcanzan 20 centímetros.

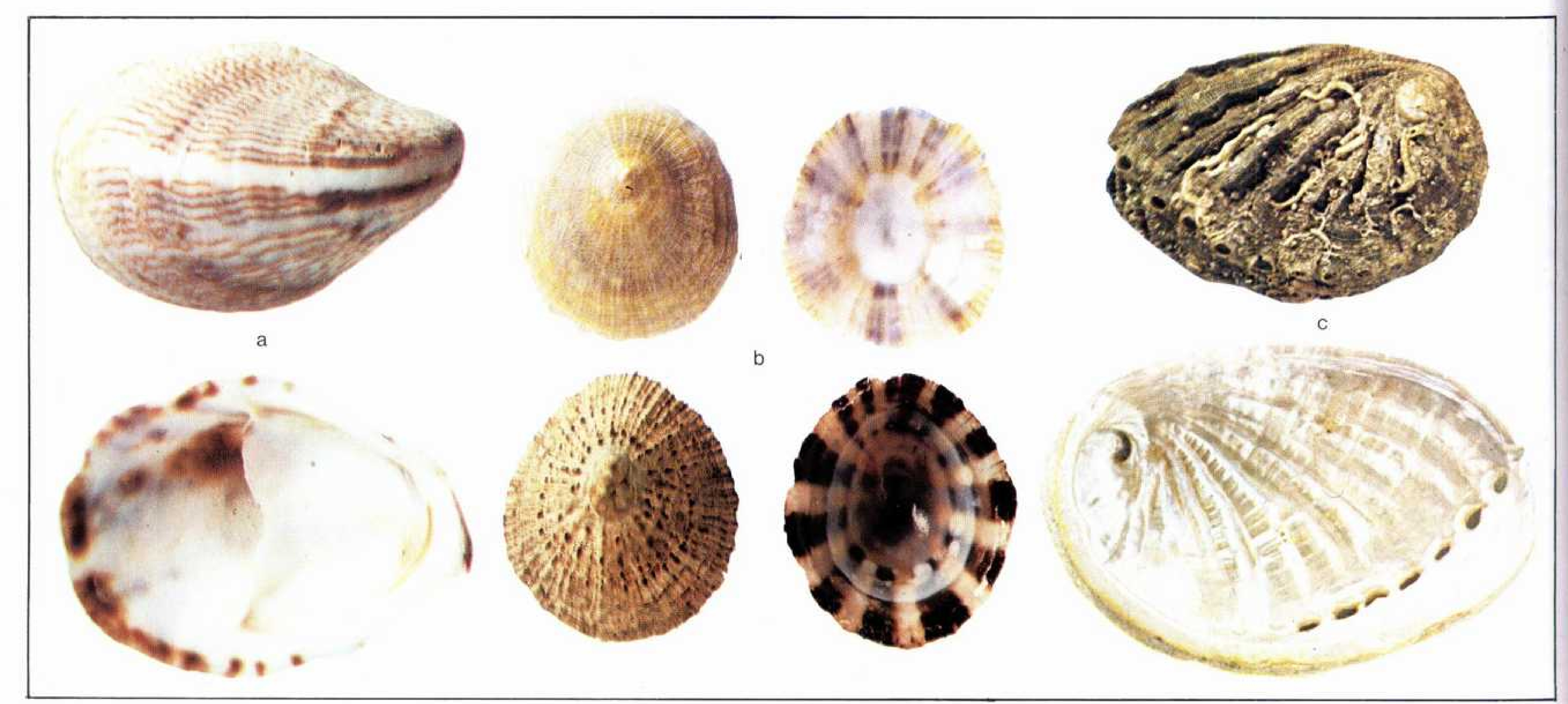
Los heterocardios han evolucionado algo más que los distocardios. El animal más conocido del grupo es la lapa *(Patella vulgata)*. Se trata de una concha cónica de forma muy evocadora (vulgarmente se la llama en ciertos lugares sombrero chino). El joven de la especie presenta un enrollamiento espiral terminal, que es caduco. El animal se instala sobre la roca que descubre la bajamar, y adapta exactamente el crecimiento de su concha a la forma de las asperidades de la roca; al crecer se hace así un alojamiento donde está tan herméticamente pegado al substrato rocoso, que es imposible arrancarlo sin un cuchillo para hacer palanca. La lapa, sin embargo, abandona cada noche este refugio tan seguro, para arrastrarse por la roca en busca de pequeñas presas. Al alba, vuelve a posarse exactamente en el sitio de donde partió.


Los patélidos incluyen algunas decenas de especies diferentes, la mayoría de las cuales son de pequeño tamaño (algunos centímetros de diámetro); pero una especie de la costa pacífica de América Central alcanza los 15 centímetros de diámetro. Los animales de este grupo zoológico gustan de poblar las rocas batidas por el oleaje de los mares templados. Pero también se las encuentra en las zonas polares: *Patinigera polaris* sólo vive en las playas subantárticas, al sur del paralelo 65.

Los sifonarídeos tienen una concha muy semejante a la de las lapas, pero es diferente su organización interna. Se trata probablemente de los moluscos más evolucionados, cuyos antepasados vivieron en tierra firme, y que luego volvieron al mar. *Siphonaria gigas* habita en las costas de América Central.

Los monotocardios son los animales más «modernos» de la subclase de los gasterópodos prosobranquios. Los bígaros, las cañadillas, los bocinas, etc., pertenecen a esta categoría, bien diversificada en la actualidad. La crepidula *(Crepidula fornicata)* vive sobre los mejillones y las ostras. Introducida en Europa con las ostras americanas a finales del siglo XIX, compite con ostras y mejillones por el alimento, razón por la cual los miticultores y los ostreicultores la consideran un flagelo.

Las más antiguas conchas. *Los diotocardios son los más primitivos de los moluscos gasterópodos. Pertenecientes a la subclase de los prosobranquios, los más arcaicos son las fisurelas y las orejas de mar (abajo: c), que apenas han cambiado desde el Cámbrico. Algo más recientes son los heterocardios, otros prosobranquios cuyos representantes más conocidos son las populares lapas, o «sombreros chinos» (b). Los monotocardios son todavía más evolucionados: entre éstos, las crepidulas* (Crepidula) *son, no obstante, también muy antiguas.*





Las adaptaciones a la profundidad

Los ambientes abisales

La vida aparece por doquier en el mar, aun cuando es más abundante cerca de las costas, encima de la plataforma continental y en algunos otros oasis (pantanos salados, manantiales calientes hirpesalados, etc.). Existe incluso a más de 10.000 metros de profundidad, en el fondo de las más vertiginosas fosas, como lo comprobaron los pioneros que las exploraron en batiscafo.

De forma muy general, el océano se divide en tres diferentes ambientes. La zona fótica, donde penetran los rayos luminosos, es la más superficial: apenas supera los 150 a 200 metros de espesor. La zona bentónica corresponde al fondo del mar: es un medio muy variable tanto en su estructura (arena, fango, roca) como en su situación (cerca de las costas, sobre la plataforma continental, en las llanuras abisales). El resto del mar —la mayor parte de su volumen— es un semidesierto, donde las condiciones de temperatura, de salinidad, etc. son casi estables, y donde reinan las tinieblas. La temperatura media de los océanos, la que se encuentra en las profundidades abisales, es de 3,5 °C. En ciertos lugares, sin embargo, la temperatura es de apenas 1,5 a dos grados centígrados. Los abismos no experimentan variaciones estacionales en sus parámetros ecológicos.

Uno de los más importantes factores de este biotopo lo constituye la presión. Esta aumenta en una atmósfera cada 10 metros; de suerte que el pez que nada a 4.000 metros de profundidad está sometido a una presión de 400 atmósferas; si se encuentra a 10.000 metros, está a 1.000 atmósferas... Es indudable que, para soportar presiones tan considerables, se requiere un cierto número de particulares dispositivos anatómicos y fisiológicos. Los animales que resisten a las fuertes presiones reciben el nombre de «barófilos». El hecho de que existan en el mar demuestra que la vida se acomoda a condiciones extremas: es uno de los argumentos que inclinan a suponer que en otras partes del universo han aparecido probablemente otras formas vivientes.

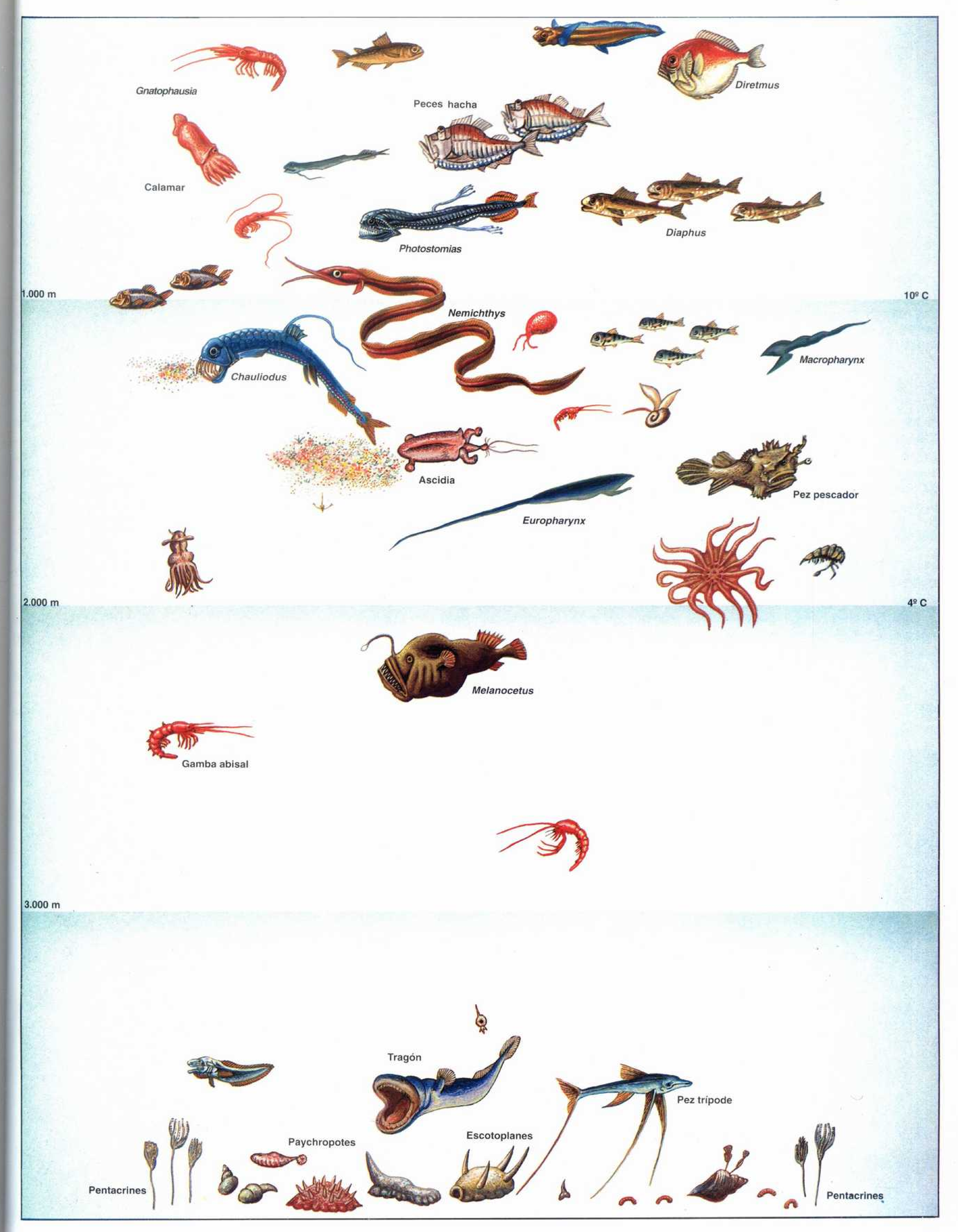
La fauna de los fondos oceánicos se ha habituado a vivir en los substratos de lodos organógenos. En efecto, más de la mitad de la superficie total de estos fondos, especialmente en lo que se llama las planicies abisales, está cubierta de lodos constituidos por restos de billones de animales y de vegetales. Según las regiones y las profundidades, existen así lodos de diatomeas, de radiolarios, de foraminíferos, etc. En determinados lugares, el substrato está formado por arcillas rojas muy finas. En otros sitios se encuentran concreciones de forma ovoidal, del grosor de una canica al de una patata, llamadas nódulos polimetálicos (porque contienen diversos metales: manganeso, cobre, hierro, cobalto, etc.).

La ausencia de luz es otro factor ecológico determinante. La zona fótica sólo está bien iluminada en sus 50 primeros metros. Por debajo, únicamente no son absorbidas las radiaciones azules. Las tinieblas completas empiezan hacia los 150 metros, aun cuando pueden encontrarse todavía algunos rayos luminosos en la longitud de onda del azul hasta los 600 metros, utilizando un instrumental científico muy sofisticado. La ausencia de luz tiene como consecuencia principal el hacer imposible la vida de las plantas clorofílicas (microscópicas, como las diatomeas, o macroscópicas, como las grandes algas). Ahora bien, son estas plantas verdes las que constituyen la base de las cadenas alimentarias, de las que dependen todos los animales (herbívoros, carnívoros de primer o segundo orden, descomponedores). Como en la zona tenebrosa de los océanos no hay plantas, los animales que ahí viven deben contentarse con un• alimento muy escaso, procedente esencialmente de la superficie en forma de residuos orgánicos o de cadáveres. Así, las cadenas alimentarias de los abismos están generalmente constituidas por animales necrófagos o filtrantes, que reciclan el alimento procedente de la superficie (se llama coprófagas a ciertas especies especializadas en el tratamiento de la materia fecal), y por carnívoros que capturan a los animales recuperadores. Naturalmente, la cantidad de comida disponible en total es escasa, comparada con la que pueden disponer los animales de un pantano costero, de una pradera de zósteres o de laminarias o de un arrecife de coral. Los abismos son ambientes pobres en alimento: los ecólogos dicen que son oligótrofos (del griego *oligos*, «poco», y *trophein*, «alimento»).

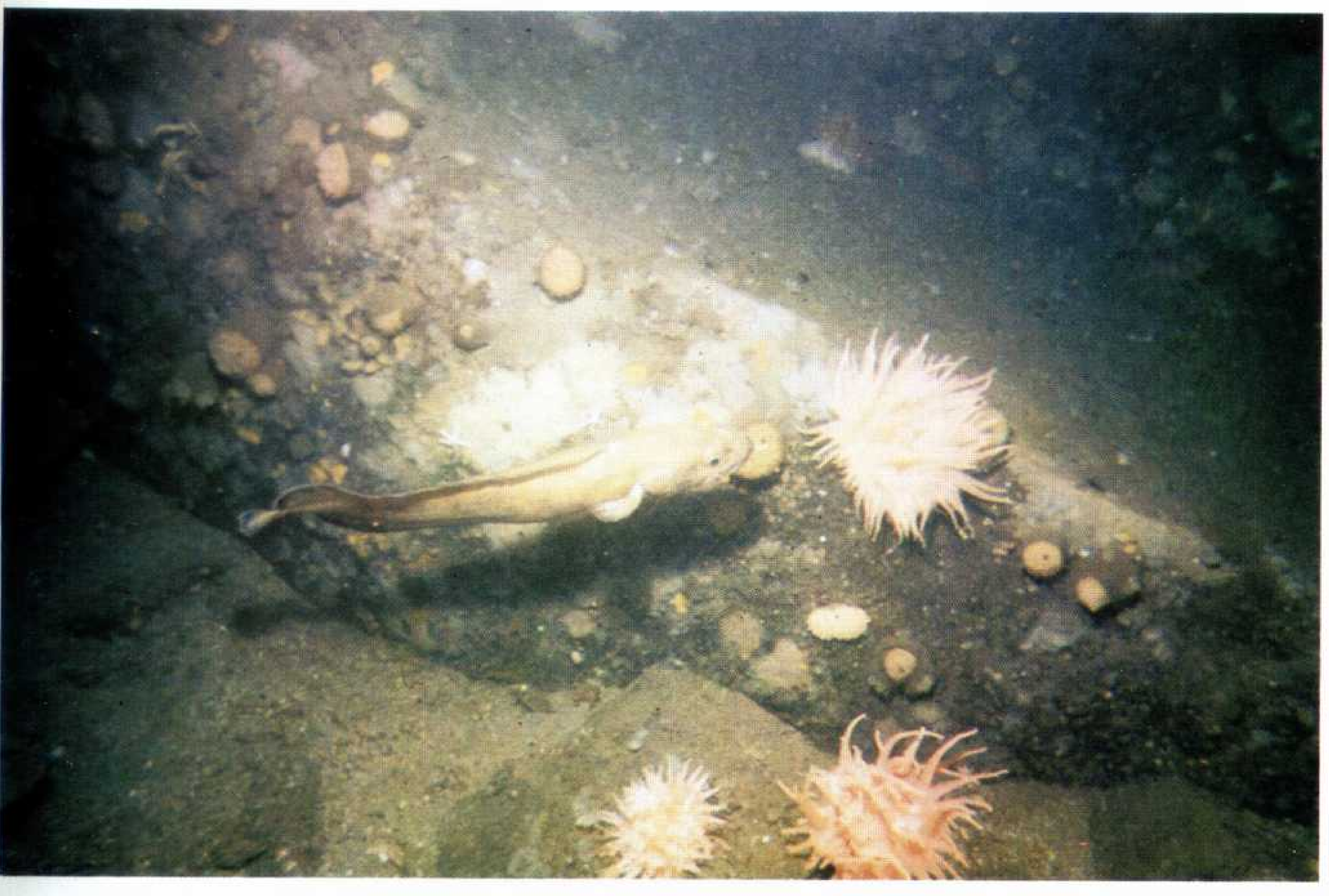
El principal subproducto de la fotosíntesis es el oxígeno que, por su parte, permite la existencia de un gran número de plantas y de animales. Puesto que en los grandes fondos no se da la fotosíntesis, el oxígeno es relativamente raro: sin embargo, este gas no llega a faltar totalmente, pues se disuelve en el agua desde la superficie.

Los animales de los abismos no son particularmente fósiles vivientes, por más que la igualdad de las condiciones ecológicas reinantes en este ámbito haya contribuido

La vida en los abismos. Los biotopos abisales exigen adaptaciones muy particulares. Los animales que los pueblan comen muy poco; tienen una tasa de metabolismo muy baja; para su ración alimentaria dependen de los cadáveres y de las partículas orgánicas que caen de la superficie. La búsqueda del alimento es una preocupación constante. Pero no es menos difícil la búsqueda de un/a compañero/a sexual. (Algunas especies, para lograrlo, deben recurrir a tretas verdaderamente sorprendentes.) La fotografía de al lado, a la izquierda, muestra una gorgonia de las grandes profundidades. El dibujo de la página siguiente ilustra algunas de las especies características de las aguas profundas, entre los 200 y los 4.000 metros bajo la superficie. Cuanto más se desciende, más raros son los organismos en plena agua; pero la zona bentónica sigue siendo bastante rica.


Gnatophausia
Peces hacha
Diretmus
Calamar
Photostomias
Diaphus
1.000 m
10º C
Nemichthys
Chauliodus
Macropharynx
Ascidia
Pez pescador
Europharynx
2.000 m
4º C
Melanocetus
Gamba abisal
3.000 m
Tragón
Pez trípode
Paychropotes
Escotoplanes
Pentacrines
Pentacrines

al mantenimiento de ciertas formas ancestrales. Otros animales han llegado y se han adaptado a estas condiciones difíciles.
La fauna de los abismos intrigó pronto a los científicos. La mayoría de las expediciones oceanográficas, como la del *Challenger* británico a finales del siglo pasado, tuvieron por objetivo penetrar los secretos de la vida en las grandes profundidades. Los sondeos continúan, así como los muestreos (obtención de muestras de sedimentos, etc.). Desde el advenimiento de los batiscafos (cuyo «padre» fue el profesor Auguste Piccard), los naturalistas pueden llegar hasta el fondo de las fosas más profundas, y observar y filmar los curiosos animales que en esas profundidades viven.
La inmensa región que se extiende entre la zona fótica y el fondo del océano constituye el biotopo más vasto de la Tierra. Pero es también casi un desierto: allí, la vida no es más abundante proporcionalmente que en el Sáhara o en el Kalahari. Pero en determinados sitios, como sucede en los oasis de los desiertos terrestres, prolifera: cosa que ocurre en el Sáhara cuando hay agua. En el mar, esto se produce cuando hay alimento. El plancton va a la deriva a merced de las corrientes, pero efectúa también considerables migraciones verticales ligadas a la alternancia de los días y las noches, y los peces se concentran en estas fuentes que les proporcionan alimento.
Los especialistas dividen la zona pelágica en cuatro partes: 1) la zona epipelágica, de 0 a 150 metros de profundidad: forma parte de la zona fótica; 2) la zona mesopelágica, de 150 a 1.000 metros de profundidad, donde se encuentra el plancton (especialmente hacia los 800 a 900 metros, las famosas «capas de dispersión profundas», constituidas por un zooplacton migratorio vertical que sube a 150 ó 200 metros durante la noche); 3) la zona batipelágica, que se extiende entre 1.000 metros y el fondo del océano, y 4) la zona del benton, que corresponde al fondo sedimentario o rocoso.
La zona epipelágica está habitada por innumerables especies, desde el alga microscópica hasta el gigantesco rorcual azul. Abunda en ella el plancton vegetal y animal. Las bacterias y las algas unicelulares (diatomeas, etc.) y los protozoos (foraminíferos, radiolarios...) constituyen un alimento abundante para el zooplancton de mediano tamaño (larvas, pequeños crustáceos), el cual alimenta a su vez a otro de mayor tamaño (crustáceos anfípodos y copépodos, etc.). El gran plancton (medusas, carabelas portuguesas...) convive con las especies más o menos capaces de desplazarse por sus propios medios (ctenóforos, pterópodos de los géneros *Cavolinia* o *Creseis*, tunicados como las salpas *—Salpida, Larvacea—)*. Calamares y sepias nadan en bancos más o menos grandes, al igual que centenares de especies de peces (arenques, sardinas, anchovetas, etc.). Los grandes carnívoros (atunes, tiburones, delfines, orcas) acuden a diario a recoger su ración de alimento en estos viveros.
La zona mesopelágica, a donde logran penetrar aún algunas radiaciones azules (pero donde, a nuestros ojos, reinan ya las tinieblas), es particularmente rica en crustáceos planctónicos: copépodos, eufausiáceos, misidos, anfípodos, ostracodos, etc. Gambas de distintas especies forman casi el 10 por 100 de la biomasa de esta franja de mar. La mayoría de los peces de este biotopo pertenecen a dos familias, la de los mictofidios (cuyos principales representantes son los peces linterna) y la de los estomiatideos (muchos de los cuales son conocidos con el nombre genérico de peces hacha). Estos dos grupos, casi iguales, comprenden en total unas 500 especies y son generalmente de escaso tamaño. Abunda el estomiatideo *Cyclothone signata.*
La zona batipelágica es mucho más pobre en especies y en individuos. Se encuentran en ella animales de gran tamaño —pero escasos—, como los calamares gigantes *(Architeucthis)*, que los cachalotes bajan a capturar hasta 1.200 metros de profundidad. Pero la mayoría de las formas vivientes son de mediano o pequeño tamaño. Los crustáceos están bien representados, especialmente por los copépodos calánidos; pero la densidad de estos últimos disminuye a medida que se desciende: en la zona epipelágica se encuentran por término medio dos por metro cúbico, mientras que la cifra promedio a 1.000 metros es de 0,42, y de 0,05 a 8.000 metros. Los peces, muy raros, están representados sobre todo por el género *Cyclotone*, así como por la familia de los peces pescador, de los que se cuentan 150 especies aproximadamente.
En el fondo del océano, es decir, en la zona llamada por los especialistas bentopelágica, las formas de vida son algo más numerosas.



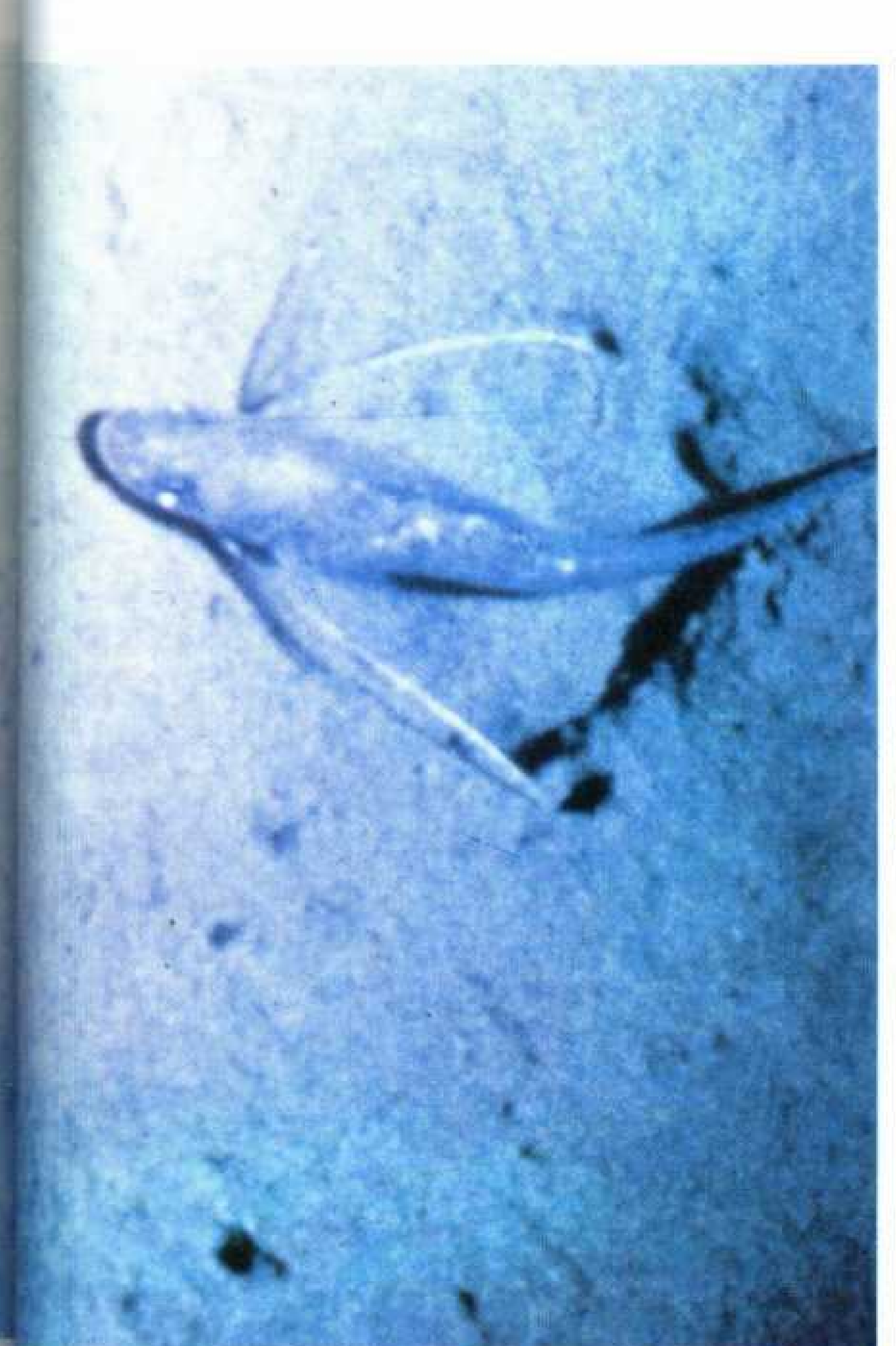






Desde luego, las planicies abisales no han tenido ni tendrán nunca la vida lujuriante de la plataforma continental. Se encuentran en ellas crustáceos (gambas de las grandes profundidades, etc.), anémonas de mar, moluscos bivalvos, lirios de mar (o crinoideos), ofiuros (o estrellas de mar quebradizas), holoturias (o cohombros de mar) y peces extraños como las quimeras (del orden de los holocéfalos), que están emparentadas con las rayas y los tiburones, o como los peces trípode, que se mantienen en equilibrio sobre el substrato.

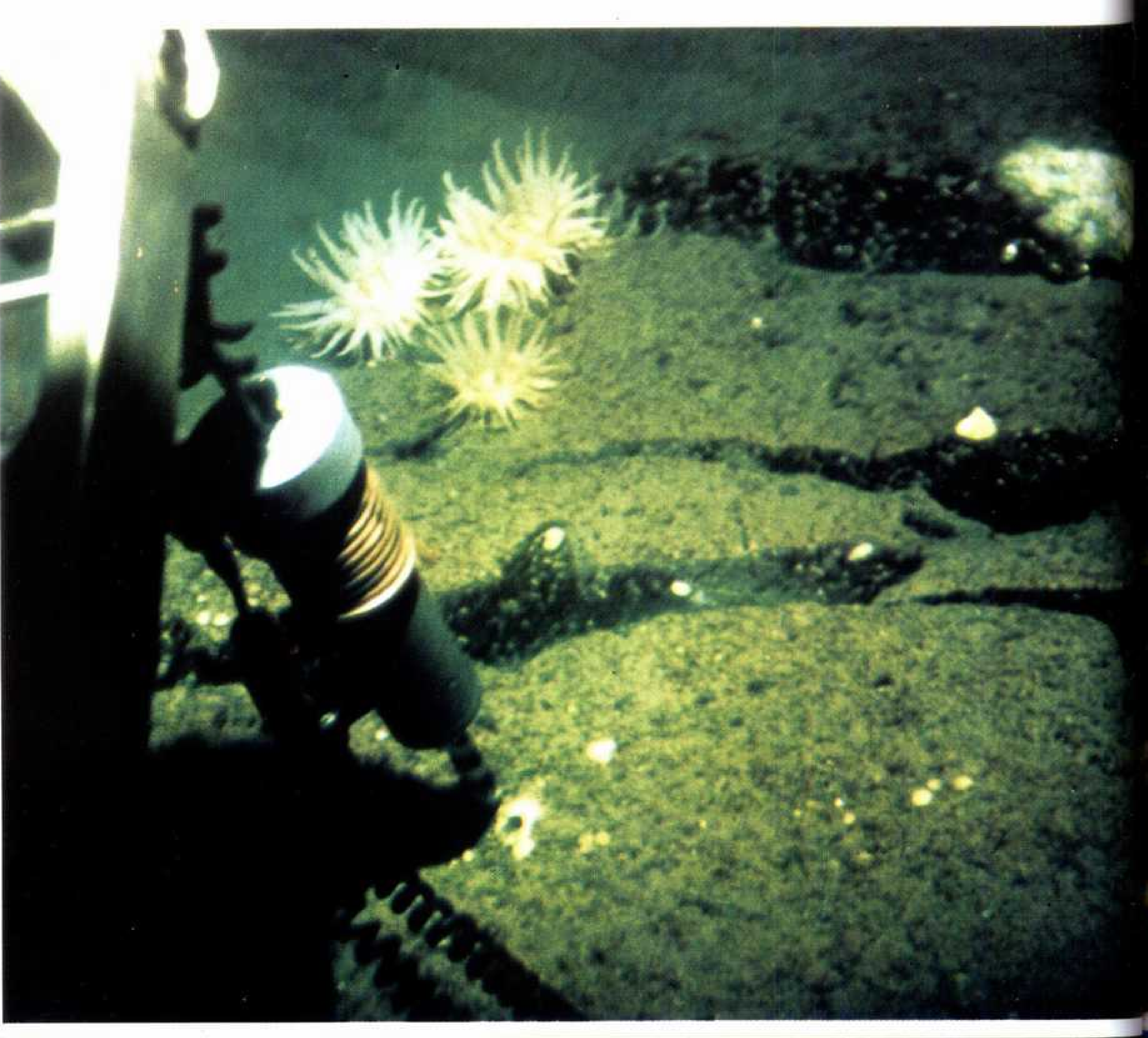
La fauna pelágica profunda. *Los peces de los abismos van a nadar frecuentemente muy cerca de los fondos, de manera que a veces es difícil diferenciar entre las especies pelágicas y las especies bentónicas. De todos modos estamos muy lejos de conocer correctamente la composición de las comunidades vivientes de las profundidades. Cuando se emprende una nueva campaña oceanográfica sobre este tema, se descubren especies que nunca antes se habían visto. Las fotografías inferiores, que constituyen, no obstante, importantes logros técnicos, apenas permiten poner nombre a las especies captadas al resplandor del* flash. *Es probable, no obstante, que el pez de la fotografía del centro sea un* Bathypterus. *Aquí, arriba,* Eretmophorus kleinbergi *vive en el Mediterráneo, normalmente a gran profundidad; pero a veces asciende hacia las capas superficiales, especialmente en la región del estrecho de Mesina. Algunos especialistas se preguntan si se trata verdaderamente de una especie, o si este animal no es sino una forma juvenil de un gádido.*

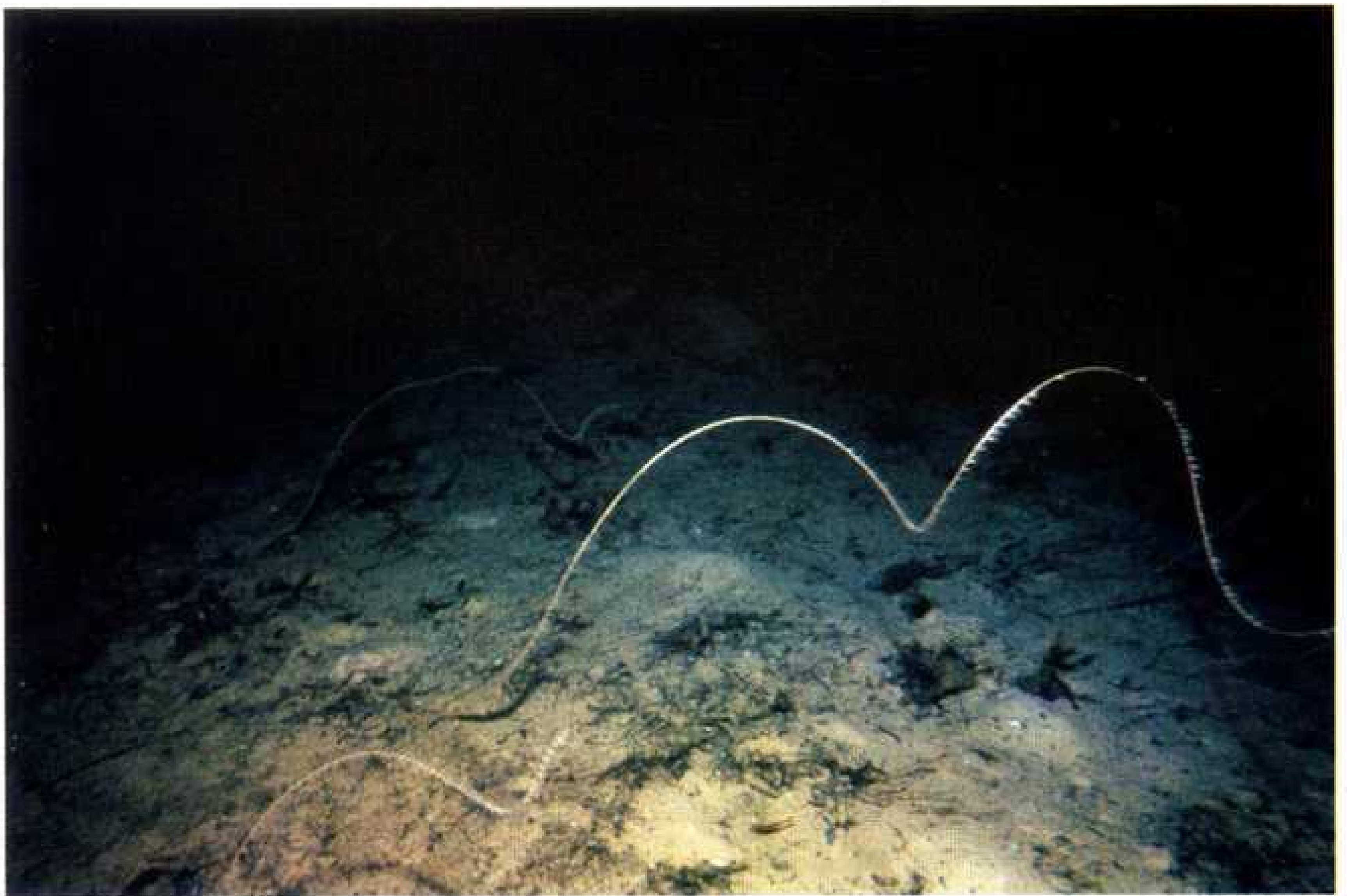




La vida en el fondo

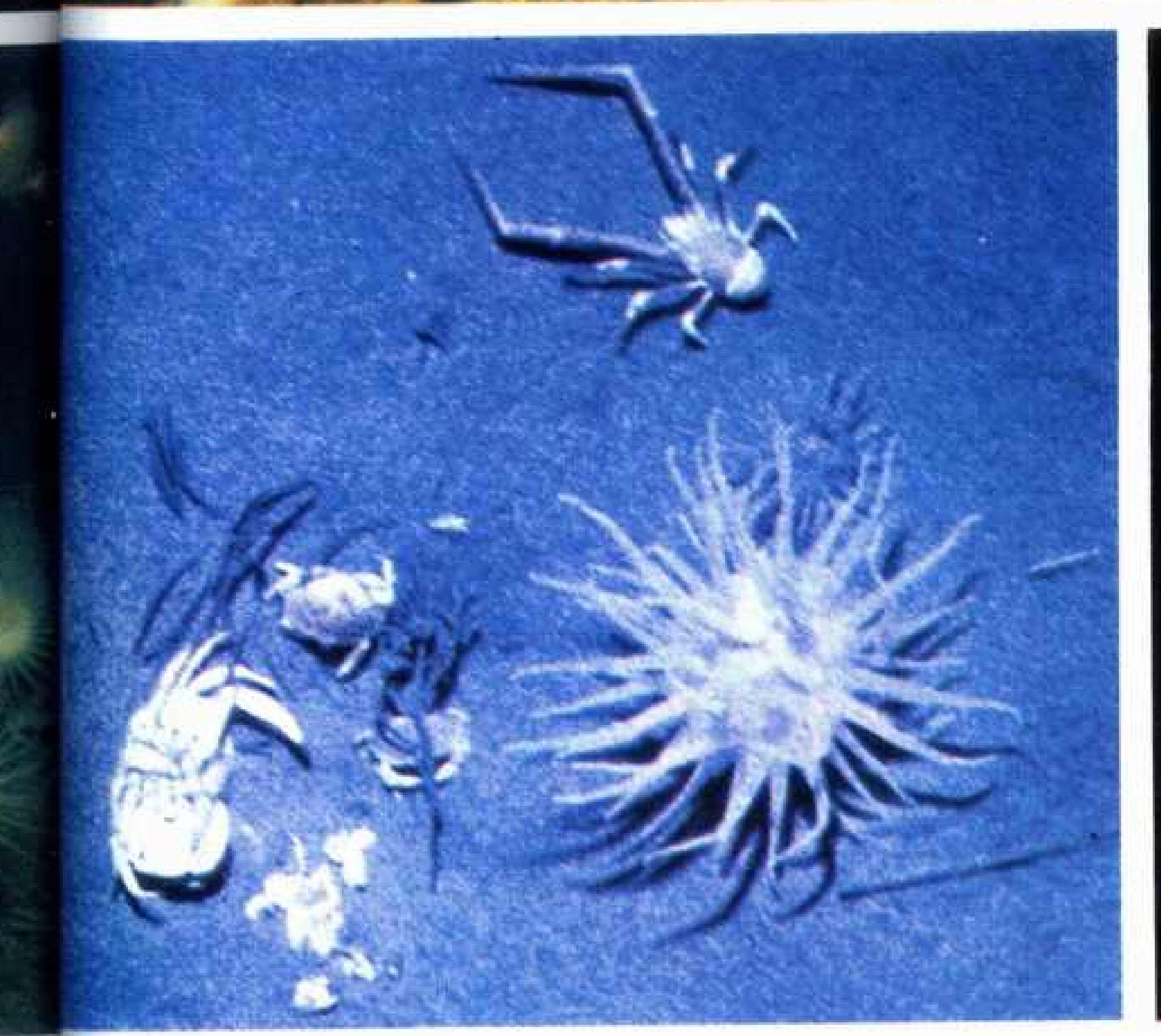
Las especies propias de los fondos, que constituyen el bentos, son, como las especies pelágicas, cada vez menos numerosas a medida que se desciende. Los estratos superiores del mar, situados en la zona fótica, encima de la plataforma continental, son muy ricos (zonas supralitoral, mediolitoral, infralitoral y circalitoral). En cuanto se llega al talud continental, donde empieza la zona batial, las formas de vida empiezan a escasear. La oscuridad total impide que crezca ninguna planta o alga procediendo a la fotosíntesis. A estas profundidades, comprendidas entre los 200 y los 2.000 metros, se encuentran madréporas, anémonas de mar, anélidos poliquetos, equinodermos de varias clases y de diversas especies (asterias, erizos de las profundidades marinas, crinoideos, holoturias, ofiuroideos). En los fondos lodosos crecen moluscos lamelibranquios *(Nucula, Clamys),* esponjas, escafópodos, y se pasean los crustáceos decápodos. Allí también se encuentran moluscos aplacóforos, braquiópodos, gusanos sipuncúlidos y equiuroideos y picnogónidos. Es el reino del cangrejo gigante rojo de las profundidades, *Geryon quinquedens.* La especie *Macellicephala mirabilis,* por su parte, es muy cosmopolita: se la encuentra a profundidades que







van de los 45 a los 8.400 metros. Los peces que nadan encima del substrato son aún numerosos: rayas, peces planos, etc. La zona abisal comprende todos los fondos situados entre 2.000 y 6.000 metros. Engloba lo esencial de la parte inferior del océano: las grandes planicies abisales se extienden, monótonas, por millones y millones de kilómetros cuadrados, raramente interrumpidas por volcanes submarinos aislados o por los relieves de la gran dorsal medio-oceánica. El substrato rocoso está muy poco poblado. Apenas mayor es la diversidad sobre los substratos blandos (lodos abisales), encontrándose en ellos estrellas de mar, moluscos lamelibranquios, cohombros de mar, gusanos anélidos (la mayoría de éstos son de reducido tamaño: menos de cinco milímetros de longitud). Numéricamente, los animales que más abundan en estas profundidades parecen ser pequeños nematodos. Entre los crustáceos, se encuentran anfípodos gammarídeos, isópodos, tanaideos y copépodos arpaticoideos. Siguen abundando los crustáceos cirrípedos, especialmente los pedunculados, puesto que se conocen todavía unas cincuenta especies a 3.000 metros bajo la superficie. Los anfípodos gammarídeos, por su parte, se presentan a veces en bancos bastante nutridos, cosa rara a tales profundidades. El género *Eryonidea,* que hace pensar un poco en las langostas (excepto por su tamaño) es endémico en esta zona. Los moluscos bivalvos componen, en cuanto al número de individuos, alrededor del 10 por 100 de la fauna de los grandes fondos del Atlántico Norte. Los moluscos aplacóforos, primitivos y aberrantes, son aún bastante numerosos en las planicies abisales, y se les encuentra hasta a 8.000 metros. Más escasos son los gasterópodos, pero algunas especies han logrado adaptarse a las formidables presiones y a la falta de alimentos que caracterizan a los abismos. Los equinodermos, además de las estrellas de mar y las holoturias, están representados en estos lugares por los lirios de mar (crinoideos), los ofiuros y extraños erizos de mar, atí-





La fauna bentónica abisal. *He aquí algunos animales entre los grupos representados en las zonas profundas del suelo oceánico. En las fotografías se reconocen (de izquierda a derecha y de arriba abajo): anémonas de mar; estrellas de mar y erizos de mar irregulares; una virgularia; anémonas de mar y un pez; un picnogónido, cangrejos y una anémona de mar; un cangrejo y anémonas.*

picos, a veces en forma de botella o de moneda.

Las ascidias, que son tunicados, ofrecen un paradójico ejemplo de adaptación. Mientras que la mayoría de las otras especies vecinas se han diferenciado en las profundidades escasas o medianas, y no envían a los abismos sino a unos pocos representantes intrépidos, están poco diferenciadas en las zonas superiores del mar, pero han dado origen a numerosas especies en los grandes fondos.

La zona hadal (así llamada por referencia al Hades: el infierno de los antiguos griegos) designa a las grandes fosas, que descienden a más de 6.000 metros, e incluso, en el Pacífico, a más de 11.000 metros. Pobre en vida, en modo alguno carece de ella. En cuanto a superficie, representa alrededor del 2 por 100 del océano. Las holoturias son probablemente los animales más abundantes de la epifauna local, junto con las anémonas de mar. No se encuentran ni braquiópodos, ni crustáceos decápodos, ni gusanos platelmintos. En contrapartida, algunos moluscos se han adaptado al ecosistema, así como crustáceos isópodos y anfípodos. Las ascidias siguen siendo numerosas, al igual que los ofiuros. Los gusanos poliquetos constituyen la principal infauna local (se conocen varias decenas de especies). El grupo de los pogonóforos, por su parte, presenta la particularidad de que ¡en esta zona hadal abunda más que en ninguna otra parte! El lugar está igualmente poblado por protozoos marinos gigantes del género *Xenophylophora:* estos animales unicelulares envían seudópodos que pueden alcanzar 12 centímetros de longitud; en ciertas regiones cubren del 30 al 50 por 100 del fondo de las grandes fosas. La zona hadal es una zona límite para la vida. Esta se mantiene victoriosamente, aun cuando escasea: la biomasa es débil (menos de 0,1 gramos por metro cuadrado). Las fuentes esenciales de alimento son los residuos orgánicos que caen desde la superficie, así como las bacterias adaptadas a las altas presiones, y que por esta razón se llaman «barófilas».

Luces en la noche

La fauna de la zona mesopelágica vive en condiciones de extrema carencia de luz: por debajo de los 150 metros, sólo las radiaciones azules atraviesan aún la capa acuática, pero en una mínima proporción. En este biotopo casi oscuro, una de las adaptaciones más útiles es la que consiste en producir luz. Las cuatro quintas partes de las especies que viven alrededor de los 500 metros de profundidad poseen órganos fotógenos, los fotóforos. La bioluminiscencia es común en las bacterias, en los crustáceos (gambas, camarones, etc.), en los moluscos (calamares) y en los peces. Este es un caso de convergencia evolutiva.

Los órganos luminosos sirven lo más a menudo para que los sexos se encuentren. Sin ellos, los machos y las hembras de numerosas especies tendrían gran dificultad en asegurar la reproducción. Pero esta función original ha sido desviada por ciertos animales: los depredadores se han fiado del resplandor de sus presas para localizarlas mejor; luego aprendieron ellos mismos a emitir luces capaces de engañar a sus eventuales víctimas, haciéndoles creer que estaban ante un compañero sexual.

Además de poseer órganos fotógenos, ciertas especies de calamares, de peces, de gambas, de crustáceos copépodos y eufausiáceos son capaces de producir nubes luminiscentes que las escamotean a los ojos de los depredadores. Entre los calamares, estas nubes lechosas y luminosas son producidas por la glándula de la tinta, y juegan, por así decir, el mismo papel en negativo que la nube de tinta negra (sepia) de los cefalópodos que habitan en la zona fótica.

En los microorganismos la función luminosa tiene una finalidad misteriosa. Las bacterias producen su energía luminosa químicamente: disponen de una proteína llamada luciferina, cuya degradación bajo la acción de una enzima (luciferasa) da lugar a una emisión de fotones. Esta producción de luz se hace sin elevación de la temperatura: por eso se habla de «luz fría».

Muchos animales luminiscentes utilizan bacterias productoras de luz por su propia cuenta. Albergándolas en sus fotóforos, viven en simbiosis con ellas.

En los peces, los órganos luminosos sirven generalmente para reconocer los sexos. Pero con mucha frecuencia son también cebos a fin de atraer a las presas. En los estomiatoideos, por ejemplo, los órganos luminosos están situados cerca de la boca; en algunas especies de la familia, están incluso dentro de la garganta. El pez pescador agita delante de la boca una especie de caña de pescar luminosa. En ciertas especies, los fotóforos, muy potentes, están situados cerca de los ojos y sirven literalmente de faros para la localización de las presas.

Los fotóforos son órganos complicados. La luz es emitida por glándulas donde las bacterias luminiscentes viven en simbiosis. Espejos y lentillas biológicas la amplifican y focalizan. El origen evolutivo de los fotóforos es variable. En los ctenóforos pelágicos, la producción de luz se hace directamente en el ectodermo. En ciertas gambas y ciertos misidos, los órganos productores de fotones son túbulos hepáticos modificados: en el misido *Gnathophausia*, la luz que así se produce es conducida hasta una protuberancia del segundo par de mandíbulas. Ciertos calamares albergan cultivos de bacterias luminiscentes en su bolsa de tinta, y de cuando en cuando expulsan una parte de este material biológico en el interior de su manto, lo que los hace enteramente luminosos y les da el aspecto de fantasmas lechosos en las tinieblas de las profundidades.

Numerosos peces de la zona mesopelágica están casi o totalmente ciegos y no se entiende bien qué interés pueden tener para ellos los fotóforos. Pero otras especies, y la mayoría de los calamares, poseen ojos funcionales, a veces enormes. En ciertos calamares de los abismos, los globos oculares llegan a ocupar más de la mitad del volumen de la cabeza... En los animales, las células retinianas son sumamente sensibles a los flujos luminosos de escasa intensidad, y más particularmente



a los emitidos en las longitudes de onda del azul y del verde. Los crustáceos, muchos de los cuales disponen de ojos en haces, como los insectos, son capaces de advertir los cambios luminosos.

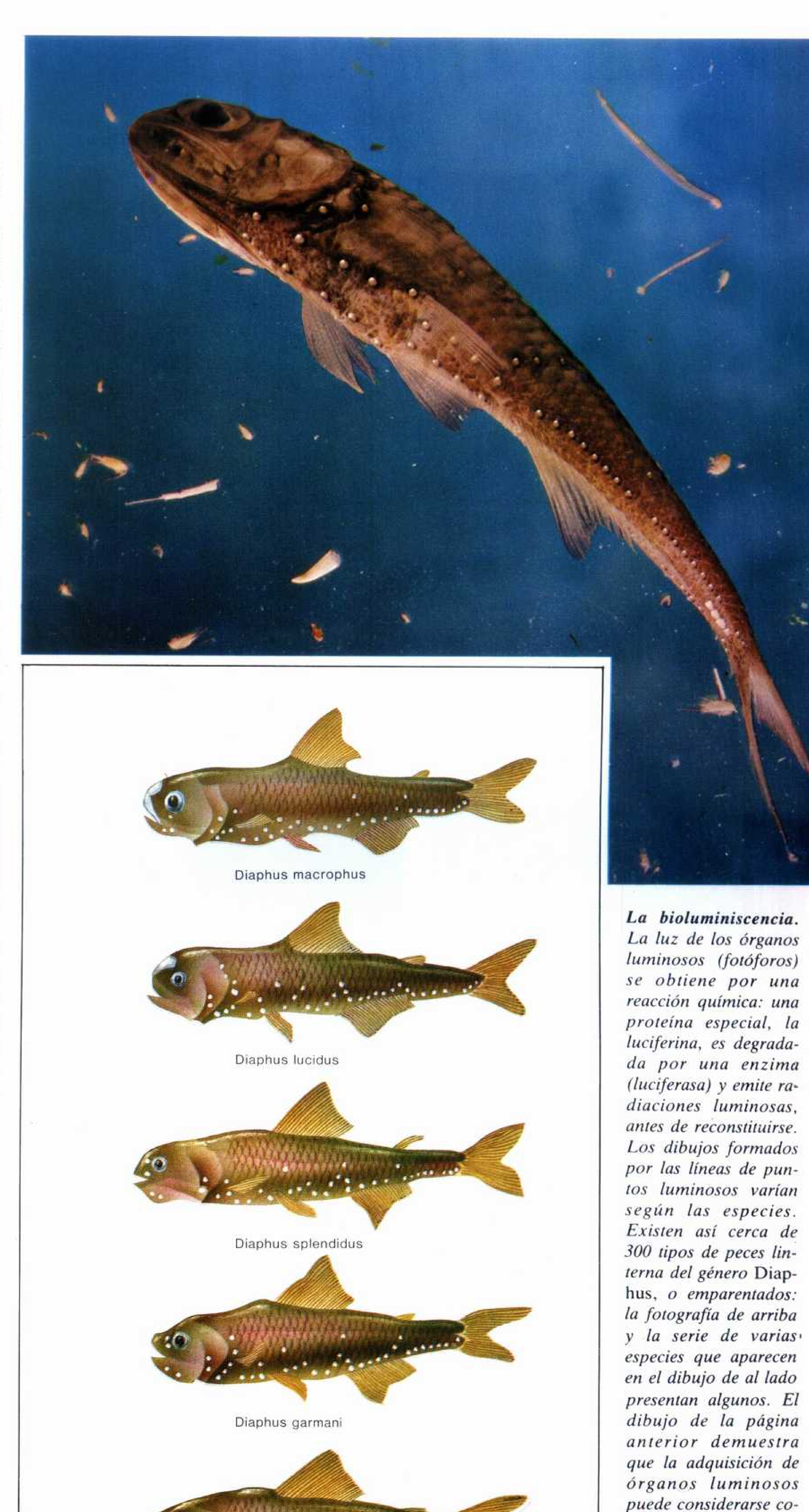
Buena parte de los animales de las zonas profundas están cubiertos de tegumentos rojos. Esta coloración no está destinada a atraer la atención de posibles compañeros sexuales, como ocurre con los animales terrestres: en efecto, las radiaciones rojas son rápidamente absorbidas por el espesor de la capa de agua. Las criaturas de tonalidades rojo intenso aparecen como negras ya a pocas decenas de metros bajo la superficie. Hoy nos preguntamos todavía por qué existen medusas, gusanos, camarones, calamares o peces rojos en las profundidades.

Los peces y los demás animales de la zona batipelágica, donde reinan las más absolutas tinieblas, son luminosos con mucha menos frecuencia y están ciegos mucho más frecuentemente que los de la zona mesopelágica, a donde logran penetrar todavía algunos rayos luminosos. Las especies fotógenas utilizan sus «luces» como señales destinadas a los compañeros de su propia especie, o como señuelos para atraer a las presas (así hace el pez pescador *Saccopharynx*): desde este punto de vista, los procesos naturales son los mismos que acabamos de describir para la zona mesopelágica. Pero las sensaciones visuales, en conjunto, tienen una menor importancia.

Las señales luminosas son sustituidas por otros estímulos sensoriales. En los peces, el sistema de la línea lateral se hace sumamente preciso: gracias a esta sucesión de receptores de presión, situados bajo las escamas a lo largo de una línea que recorre cada uno de sus costados, el animal advierte las ondas de presión producidas por los movimientos de sus compañeros o de sus posibles presas. Se trata, pues, de un auténtico «tacto a distancia». Los estímulos químicos tienen, por su parte, mucha importancia en las tinieblas: el olfato y el gusto, que van asociados, permiten que las especies se reconozcan entre sí, y que los depredadores localicen a sus presas (y viceversa).

En la oscuridad del espesor acuático es importante no sólo dirigirse en el plano horizontal, sino también en el plano vertical. Un animal que subiera demasiado alto o que descendiera demasiado abajo en el océano, podría tener serios problemas de adaptación a la presión.

A fin de distinguir lo alto de lo bajo, los peces y los demás animales de la zona batipelágica disponen de estatolitos, especie de pequeños gránulos minerales que gravitan sobre las terminaciones nerviosas y les indican la dirección de la fuerza de gravedad.



La bioluminiscencia. *La luz de los órganos luminosos (fotóforos) se obtiene por una reacción química: una proteína especial, la luciferina, es degradada por una enzima (luciferasa) y emite radiaciones luminosas, antes de reconstituirse. Los dibujos formados por las líneas de puntos luminosos varían según las especies. Existen así cerca de 300 tipos de peces linterna del género* Diaphus, *o emparentados: la fotografía de arriba y la serie de varias especies que aparecen en el dibujo de al lado presentan algunos. El dibujo de la página anterior demuestra que la adquisición de órganos luminosos puede considerarse como una convergencia evolutiva: concierne a los peces, pero también a los moluscos (calamares), los celentéreos (hidrozoos, medusas), etc.*

Un universo de limitados recursos

La biomasa disminuye rápidamente con la profundidad. Muchos animales se han adaptado a la escasez de las fuentes de alimento evolucionando hacia el enanismo. Numerosos peces, crustáceos y moluscos cefalópodos de la zona mesopelágica son de pequeño tamaño, no excediendo de los 10 centímetros. La mayoría de las especies bentónicas son aún más pequeñas. Los crustáceos de la endofauna profunda varían de 1,5 a 25 milímetros, mientras que los gusanos tienen, generalmente, una longitud comprendida entre una fracción de milímetro y cinco milímetros.

Recientes estudios realizados sobre el particular demuestran que el ritmo de crecimiento de las especies de los abismos es claramente más lento que el de las especies superficiales. Su metabolismo, menos elevado, está en relación, por una parte, con las bajas temperaturas, y, por la otra, con la penuria de alimento.

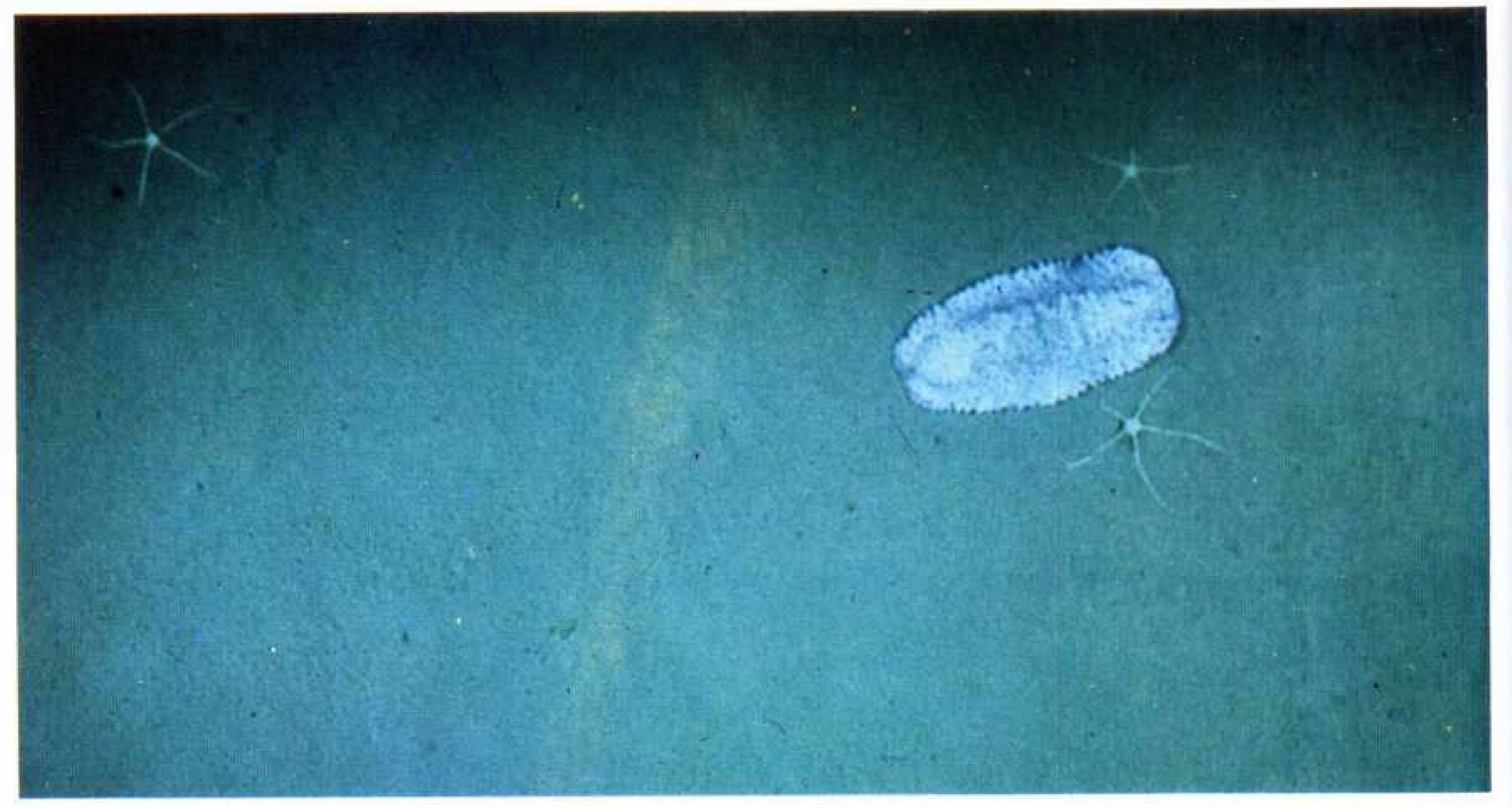
A igual peso, se calcula que las necesidades nutritivas de las quimeras batipelágicas son unas veinte veces menores que las de los bacalaos de la zona infralitoral. Asimismo, la respiración de los peces abisales es más lenta que la de las especies de superficie, y más lento también el ritmo de las descomposiciones bacterianas. Todos los procesos vitales se ven frenados: el crecimiento, naturalmente, pero también la maduración sexual. La contrapartida de este fenómeno es que las especies profundas tienen una longevidad superior a la de sus parientes de las zonas superficiales: los crustáceos eufasiáceos de las regiones mesopelágicas viven de tres a siete veces más tiempo que sus semejantes de las zonas epipelágicas. Ciertos estudios (que se sirven en especial de la datación radiactiva) parecen demostrar que el pequeño bivalvo *Tindaria callistiformis,* que habita en torno a los 3.800 metros de profundidad, alcanza su madurez sexual sólo hacia los sesenta años, y que vive un siglo.

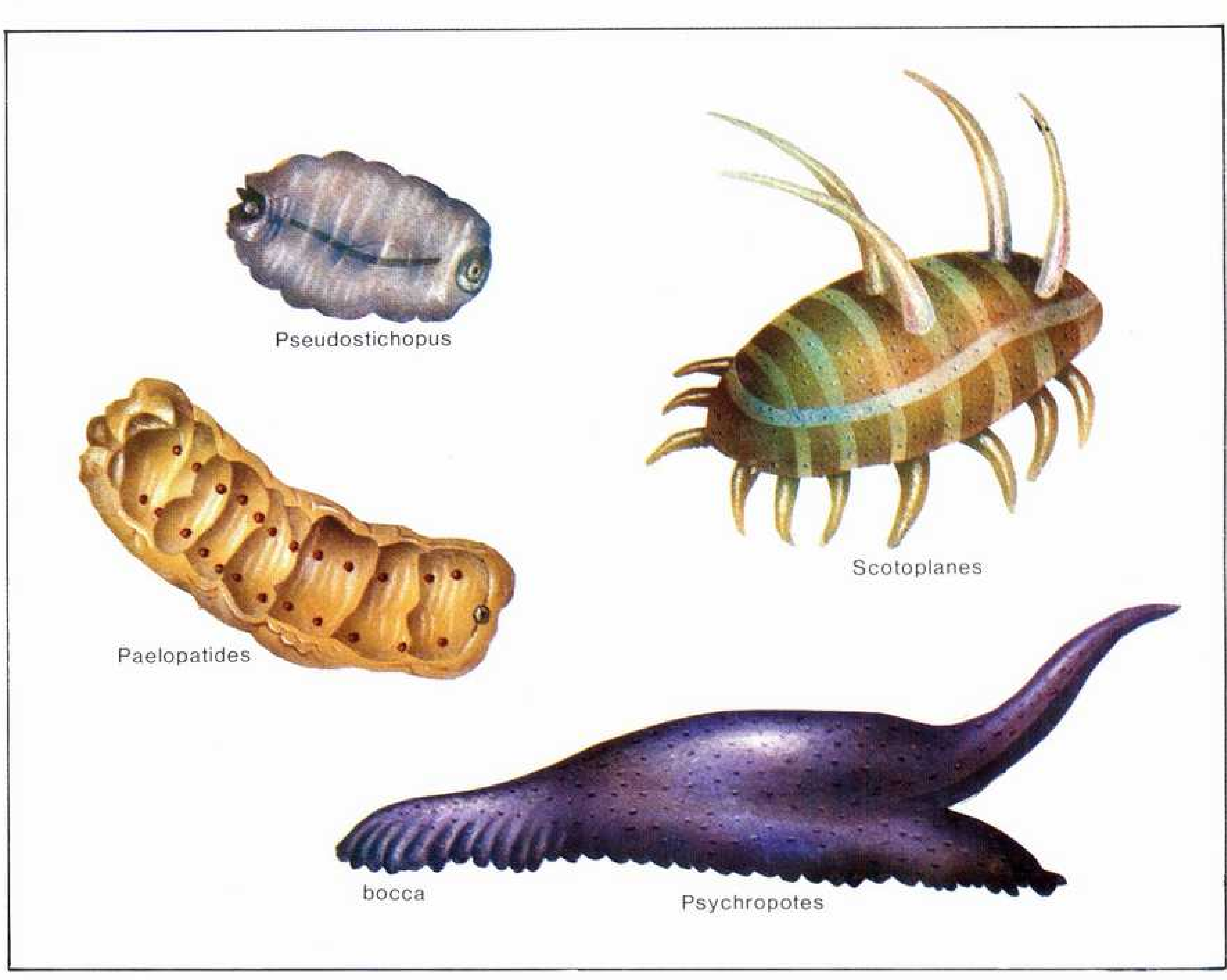
La escasez de animales bentónicos en las grandes profundidades habla elocuentemente de la parquedad de los recursos alimentarios disponibles. Estas especies se distribuyen espaciadamente sobre (o en) el substrato. Muchas están provistas de un aparato filtrante, para capturar las partículas orgánicas y los pequeños seres vivos que se presentan a su alcance. En el fondo de los océanos se encuentran zonas de mayor riqueza biológica, que corresponden exactamente a las regiones más favorecidas de la superficie: simplemente, allí donde abundan más los organismos en las capas superficiales, se acumulan más también los residuos orgánicos que caen al fondo.

Las especies abisales que se contentan con escasos recursos nutritivos son los tunicados, los pequeños anélidos poliquetos (sérpulas), los lirios de mar (crinoideos), ciertos corales (pennatularias) y las esponjas. Las menos exigentes son las sérpulas y las esponjas. Los cohombros de mar están igualmente bien adaptados a los ambientes oligótrofos. Las especies carnívoras, como los grandes anélidos poliquetos, las anémonas de mar, las estrellas de mar y, naturalmente, los peces, necesitan de cantidades mucho mayores de alimento.

Los animales de los fondos efectúan quizá migraciones, a fin de encontrar nuevos territorios más propicios para alimentarse, para crecer o para reproducirse: pero desconocemos en qué consisten tales viajes. Por el contrario, las migraciones verticales del plancton animal, en la zona mesopelágica, han sido objeto de numerosas investigaciones científicas. Estos animales, que viven en bancos, forman durante el día espesas capas, a 800 ó 900 metros de profundidad; tan densas, por lo demás, que los primeros que utilizaron el sonar las confundieron con fondos reales que más tarde recibieron el nombre de «capas de dispersión profundas». Por la noche, el plancton asciende hacia la superficie, a la que a veces se acerca a unas decenas de metros. Al amanecer vuelve a descender a sus posiciones diurnas. Estas migraciones verticales tienen evidentemente una finalidad alimentaria: el zooplancton sube hacia la superficie durante la noche, para comer el fitoplancton que ha crecido gracias a la fotosíntesis durante la jornada anterior. Las migraciones verticales del zooplancton son seguidas, naturalmente, por las migraciones de depredadores (calamares, peces, etc.).

En los abismos, los animales son a veces





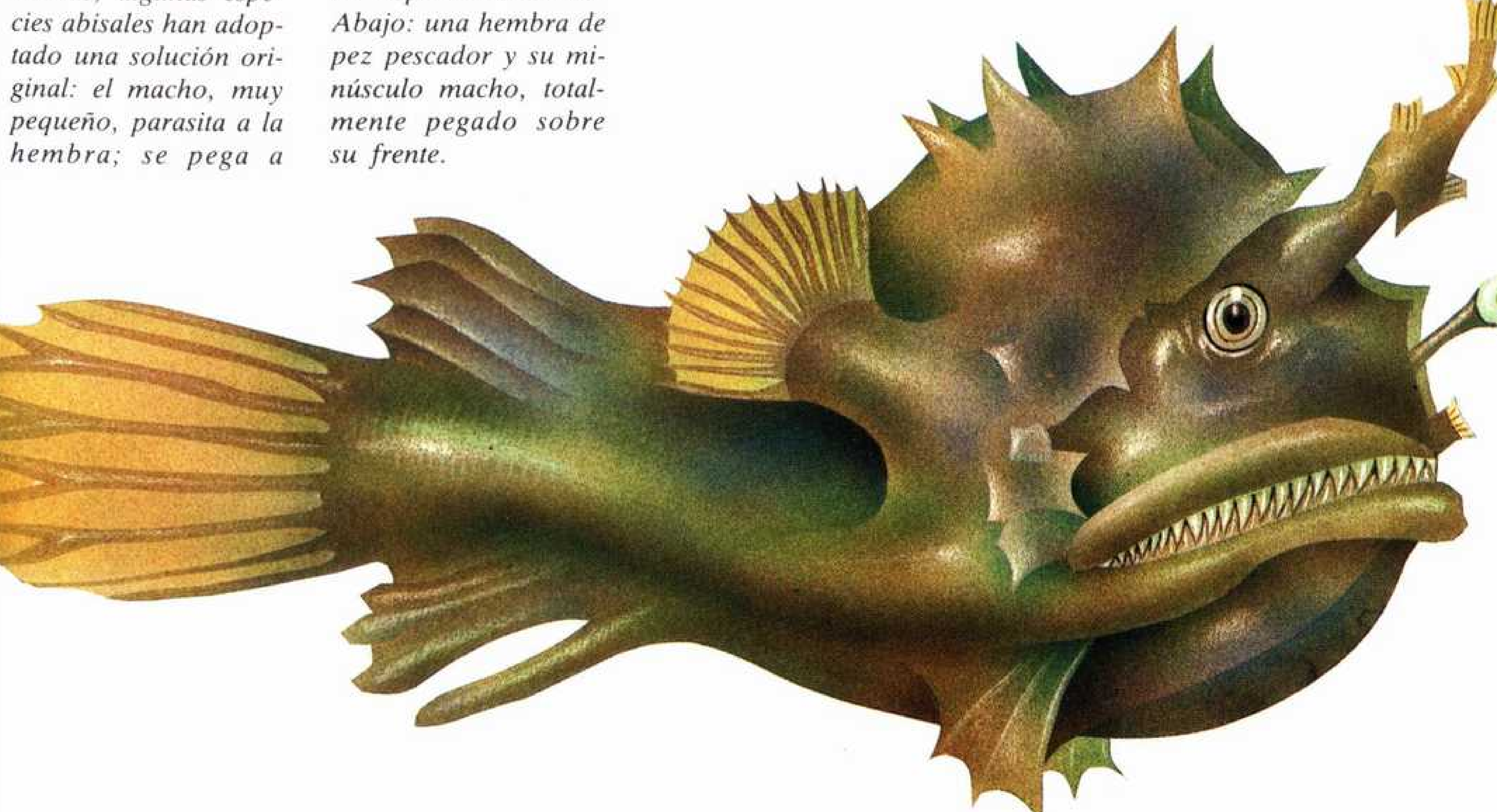


tan escasos que los individuos de ambos sexos tienen pocas posibilidades de asegurar su descendencia. La cuestión no se plantea para las especies que viven en bancos, como las que constituyen el zooplancton emigrante. No ocurre lo mismo con los peces y los demás animales solitarios. Estas especies han encontrado medios a veces extraordinarios para asegurar su descendencia. Los peces dotados de fotóforos poseen un auténtico «código» específico, hecho de puntos luminosos, gracias al cual las hembras y los machos pueden encontrarse en la inmensidad tenebrosa de los fondos. Por desgracia para ellas, estas especies son a veces imitadas fielmente por algunos de sus depredadores: cuando el macho urgido acude presuroso a la llamada luminosa de la que supone es su futura compañera, encuentra las fauces abiertas de un carnicero que se lo traga impunemente.

Otros peces, como *Chaulodius*, han perfeccionado una estrategia más sutil en el transcurso de los largos años de evolución. Los machos son enanos. En cuanto eclosionan, se apresuran a fijarse al cuerpo de una hembra, a la que se enganchan por la boca. Pronto, sus labios se sueldan a la piel de su compañera; el tubo digestivo se modifica; se convierten lisa y llanamente en parásitos añadidos al cuerpo de su enorme compañera, transformándose de este modo en reservas vivientes de espermatozoides.

Cuando eclosionan, las larvas de los animales abisales se enfrentan al mismo problema que sus progenitores: falta el alimento. La evolución ha resuelto esta dificultad. Mientras que la mayoría de las larvas de las especies superficiales se nutren del plancton vegetal, las de las grandes profundidades sólo tienen algunos residuos orgánicos para llevarse a la boca. Les sería prácticamente imposible sobrevivir si no fuera porque disponen casi siempre de importantes reservas alimentarias en el huevo; como dicen los especialistas, tienen un desarrollo lecitrófico. Por lo demás, este crecimiento a expensas de las reservas vitelinas va acompañado de una casi ausencia de metamorfosis. El paso a la forma adulta se produce de inmediato.

El pez pescador. *Para encontrar a un compañero sexual en las tinieblas, algunas especies abisales han adoptado una solución original: el macho, muy pequeño, parasita a la hembra; se pega a ella, vive de su sangre, y se convierte simplemente en una reserva de espermatozoides. Abajo: una hembra de pez pescador y su minúsculo macho, totalmente pegado sobre su frente.*



Los cohombros de mar. *Las holoturias, o cohombros de mar, pertenecen al* phylum *de los equinodermos. La mayoría tiene una forma alargada con pequeñas protuberancias (de aquí su nombre vulgar). Pero en las zonas muy profundas, los hay muy curiosos, como los representados en la fotografía de arriba y en el dibujo de abajo de la página anterior. La fotografía de esa misma página muestra al cohombro de mar* Paelopatides gigantea *en compañía de ofiuros de la especie* Ophiomusum lymani*: estos animales viven hasta a 4.000 metros.*

El equilibrio de las presiones

Los animales pelágicos de las profundidades han desarrollado dispositivos de adaptación que les permiten frecuentar diferentes capas del espesor acuático. Algunos se limitan a una sola profundidad. Otros, por el contrario, pasan de una a otra capa del mar, teniendo que soportar las diferencias de presión que reinan en tales ambientes.

De forma general, los tejidos de las especies marinas (tegumentos, músculos, esqueleto interno y externo) son ligeramente más densos que el agua salada. Sin mecanismos de compensación estas criaturas se deslizarían lentamente hacia el fondo. Pero todas disponen de dispositivos de compensación de la densidad. Estos mecanismos se basan en la existencia de vesículas gaseosas.

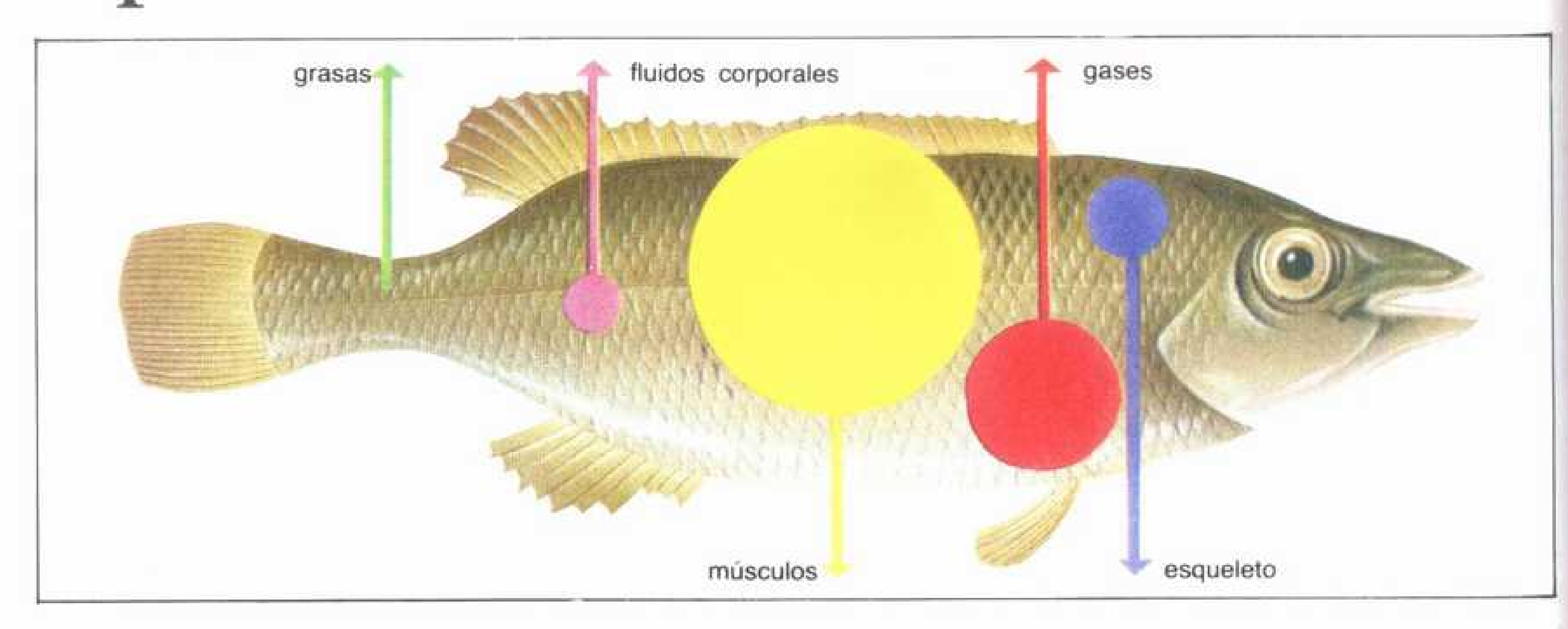
La vejiga natatoria de los peces es un órgano perfeccionado. Se trata de un divertículo del esófago, más o menos desarrollado, lleno de gas (gas carbónico, etc.), que les permite equilibrar incesantemente, y de forma refleja, su densidad con la del medio ambiente. La mayoría de los peces disponen de este sistema aerífero particular.

Los que se ven desprovistos de él compensan esta falta con diversas adaptaciones complementarias: cuentan, por ejemplo, con un esqueleto muy ligero. O también, como ocurre con tiburones y rayas, tienen tejidos sobrecargados localmente de grasas que actúan como flotadores; en los selacios, el hígado, enorme y con mucho aceite, juega este papel.

Otro dispositivo de equilibrio de las densidades es el utilizado por gran número de calamares de las profundidades, así como por muchos crustáceos, tunicados pelágicos, heterópodos y organismos de cuerpo gelatinoso (medusas, etc.). Estos animales tienen la posibilidad de reducir o de aumentar su peso específico actuando sobre los iones disueltos de sus humores: cuando deben aumentar su densidad, retienen primero los iones pesados (iones sulfato, iones calcio, iones magnesio); por el contrario, cuando la tienen que disminuir, se enriquecen en iones ligeros (cloruros, por ejemplo), y pierden los iones pesados. Gracias a estos mecanismos químicos sutiles, estos animales logran mantener una flotabilidad nula, sea cual fuere la profundidad a la que evolucionan.

En los invertebrados muy pequeños, especialmente en las especies planctónicas, entran en juego numerosos órganos para mantener a los animales a la profundidad adecuada.

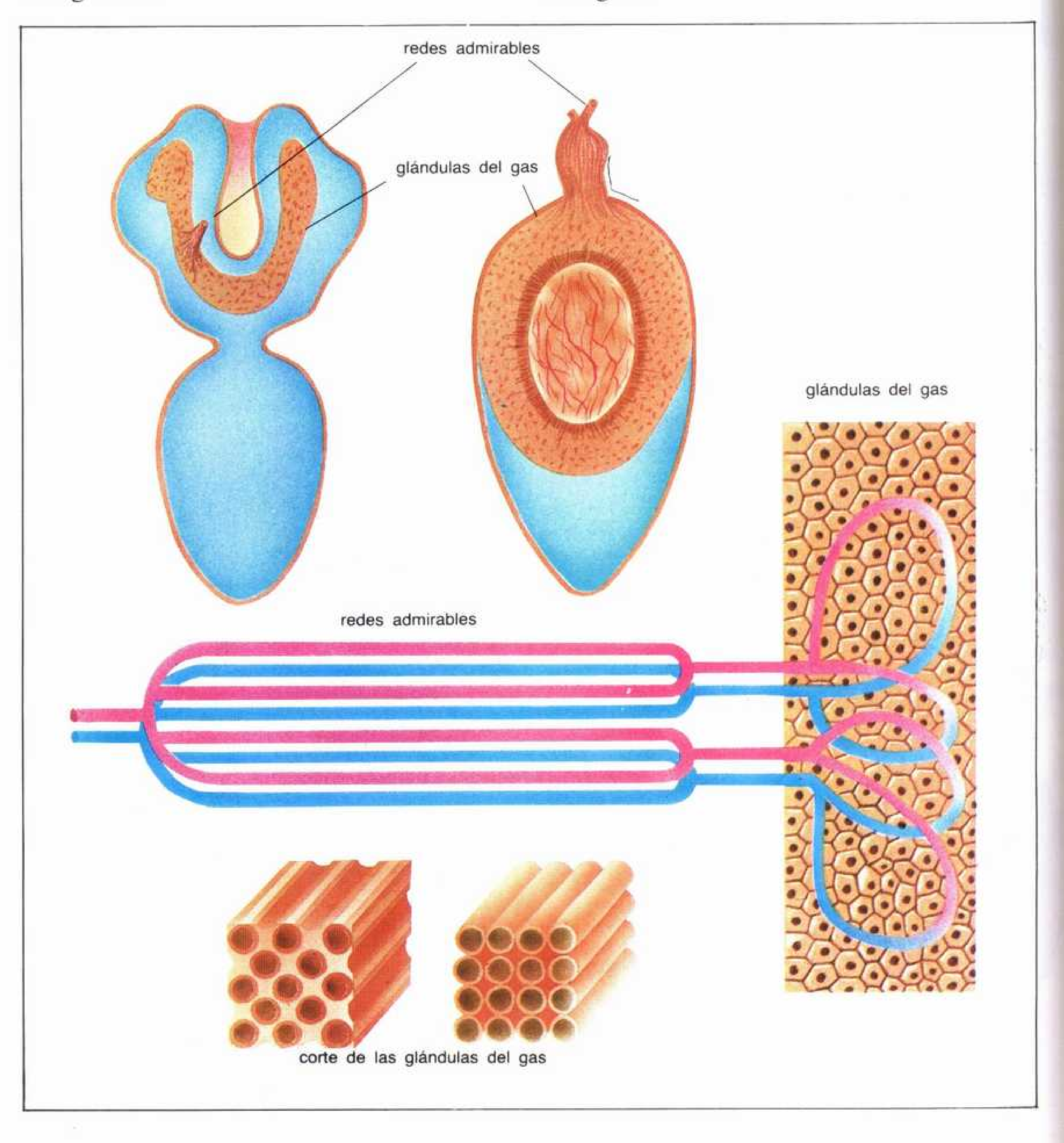
Estos organismos cuentan con largos filamentos de sus antenas, sus tentáculos o sus piezas bucales para flotar entre dos aguas (a veces, si no quieren bajar demasiado, encierran burbujas de aire entre sus redes de pelos; otras veces, los aplastan para disminuir las fuerzas de tensión superficiales ejercidas por el agua y descienden).



Los crustáceos planctónicos, aunque clasificados entre la fauna de criaturas que están a merced de las corrientes, nadan activamente: los que emprenden migraciones verticales, sobre todo, lo hacen empleando sus paletas natatorias.

Con mucha frecuencia, los crustáceos pelágicos poseen un exoesqueleto menos calcificado, es decir, más ligero, que el de sus parientes del fondo. Esta adaptación esencial evita inútiles desgastes energéticos.

Al contrario de los animales pelágicos, los animales bentónicos deben aumentar su densidad para mantenerse en el fondo sin esfuerzo. Aquí también, la naturaleza ha encontrado soluciones. Como ya hemos dicho, los crustáceos tienen esqueletos externos muy calcificados, muy densos. Los equinodermos poseen, asimismo, un test mineralizado pesado (erizos de mar, estrellas de mar). Los moluscos tienen una pesada concha calcárea. La solución última, naturalmente, consiste en fijarse al fondo, en convertirse en sésil. Es la solución que muchos organismos (lirios de mar, gorgonias, corales, etc.) han escogido.



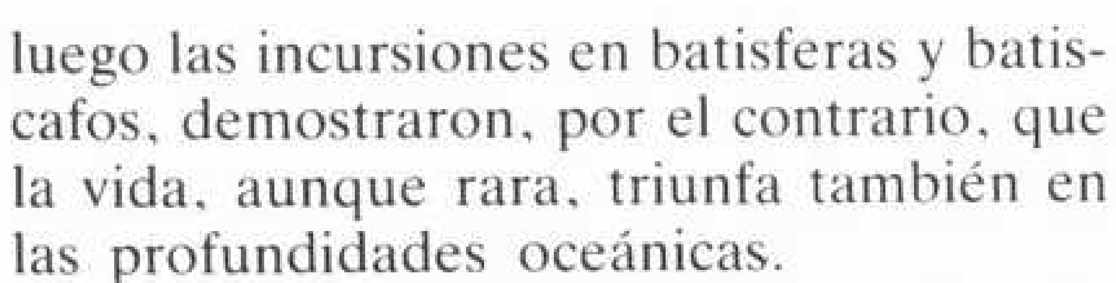


La flotabilidad nula. *Los peces aprovechan diversas adaptaciones que les permiten equilibrar su densidad con la del agua ambiente, a diversas profundidades, para obtener una flotabilidad nula. La mayoría lo hacen llenando más o menos su vejiga natatoria (ese admirable invento de la evolución, uno de los más sorprendentes en el mundo animal), en la que las glándulas especializadas producen gas, conectadas a partes también especializadas (redes admirables) del sistema sanguíneo (esquema de abajo de la página anterior). La mayoría de los peces óseos tienen vejiga natatoria, por ejemplo* Crenilabrus rupestris *(dibujo de la página anterior, arriba). Algunos peces óseos batipelágicos no cuentan con ella, como* Gonostoma elongatum *(dibujo de esta página), tal como ocurre también con los peces cartilaginosos, como el tiburón nodriza* (Ginglymostoma cirratum) *de la fotografía de arriba.*

La evolución en los abismos

Los animales de los abismos han tenido que adaptarse a condiciones de presión extremas, a temperaturas muy bajas, a la oscuridad y a la escasez del alimento. Los primeros oceanógrafos pensaban simplemente que era imposible que pudieran existir seres vivos en tales condiciones. Según ellos, los grandes fondos debían de ser inmensidades totalmente abióticas. Los sondeos profundos, y luego las incursiones en batisferas y batiscafos, demostraron, por el contrario, que la vida, aunque rara, triunfa también en las profundidades oceánicas.





Para procurarse el alimento, una gran parte de los animales abisales han desarrollado órganos de recolección (tentáculos, filtros branquiales, piezas bucales provistas de pelos, etc.). Estos dispositivos les permiten recoger las menores partículas orgánicas que caen desde la superficie, y aprovecharlas enteramente. Muchos invertebrados (lirios de mar, briozoos, gusanos poliquetos, moluscos bivalvos, etc., son, así, detritívoros, a veces incluso saprofitas o coprófagos. Los erizos de mar, los crustáceos de la endofauna, los anfípodos, los isópodos, los tanaidáceos, buscan la comida removiendo los sedimentos del fondo. Algunos tragan la arena o el cieno, y lo escupen después de haber extraído sus elementos comestibles.

Ya hemos dicho que los carnívoros son muy escasos en los grandes fondos. La razón es sencilla: tienen pocas presas que compartir. Están provistos, en su mayoría, de bocas muy extensibles, de una garganta igualmente ancha, y de un voluminoso estómago, de tal suerte que, cuando encuentran un animal que pueden comer, lo tragan de inmediato, aunque sea más voluminoso que ellos. Los nombres dados a los peces de los abismos (tragón, *Eurypharynx*, etc.) testimonian esta disposición anatómica particular.

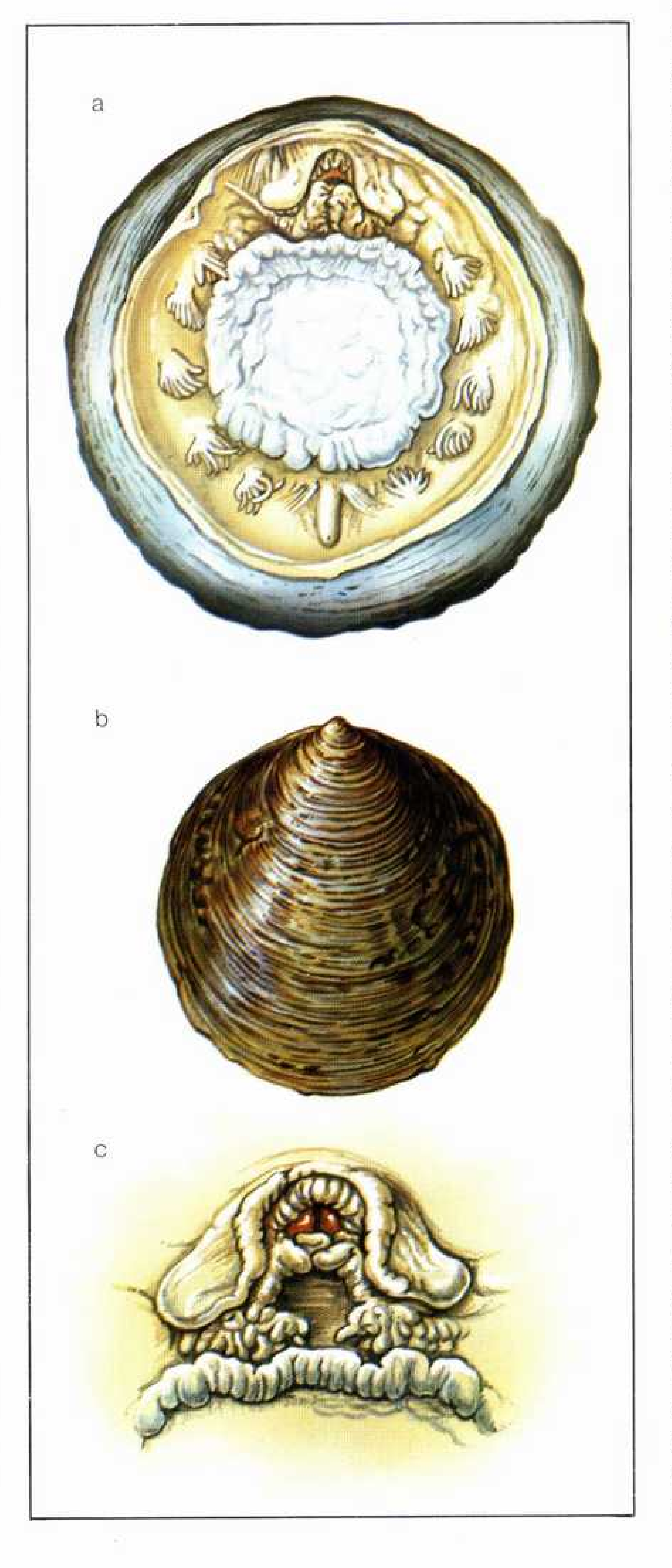
Ya hemos hablado ampliamente de la adaptación a la oscuridad. Para muchas especies, la ausencia de luz ambiente no es un problema, en la medida en que ellas mismas producen su iluminación:



Algunos invertebrados de las profundidades. *Estos animales son a veces bastante extraños. En esta doble página están representados, arriba, a la izquierda: un pulpo* (Octopus); *encima: cohombros de mar del género* Scotoplanes *y ofiuros; aquí, a la izquierda: un isópodo gigante* (Serolis); *al lado, a la derecha: el cangrejo* Lithodes agassizii; *en la extrema derecha, arriba: un cefalópodo; en la extrema derecha, abajo: un ofiuro y un erizo de mar.*



machos y hembras se reconocen a distancia, los depredadores atraen a sus presas gracias a señuelos luminosos, etc. Las especies ciegas compensan su ceguera con un gran desarrollo de los demás sentidos: línea lateral, tacto, gusto y olfato.
Ya hemos tratado igualmente de la adaptación a la presión y de los órganos que para ello se requieren (vejiga natatoria, hígado y tejidos oleosos, esqueleto poroso o calcificado, etc.). La resistencia al frío, por su parte, es pasiva. En las profundidades abisales no hay animales de sangre caliente: sólo los cachalotes, los hiperodontes y las focas de Weddell efectúan hasta allá incursiones periódicas para encontrar presas; pero no pueden permanecer mucho tiempo. En los residentes no ocasionales, el frío induce un bajísimo grado de actividad, una tasa de metabolismo reducida: los animales son poco activos; crecen lentamente y se quedan pequeños (comparados con sus parientes de la superficie); viven así más tiempo, y una cosa compensa la otra.
Desde el punto de vista de la evolución general de los grandes *phyla* animales, y a pesar de la multiplicidad de las adaptaciones particulares, puede decirse que no hay diferencia fundamental entre los tipos zoológicos representados en las aguas superficiales y los que frecuentan los fondos. Todos los grandes linajes de la fauna acuática tienen sus embajadores en los abismos: protozoos, esponjas, etc. Sólo están excluidos los vertebrados tetrápodos (batracios, reptiles, aves, mamíferos). En los invertebrados se puede citar un caso —el de los moluscos monoplacóforos, representados únicamente por la especie *Neopilina galatheae*— de una clase entera de animales que sólo existen en los abismos; pero es un ejemplo poco convincente, en la medida en que *Neopilina* constituye un fósil viviente cuyos ancestros estaban ellos mismos representados en todas las capas del océano. Un razonamiento similar podría hacerse respecto del celacanto y de los peces crosopterigios.
La poca originalidad de la fauna de las profundidades (por lo menos, si nos atenemos al plan general de organización de los animales) se explica fácilmente. Los fondos marinos, constituidos por basalto extrusionado por las hendiduras de la gran dorsal medio-oceánica, son terrenos geológicamente jóvenes. Los más antiguos que se encuentran en el océano Pacífico no exceden de los 300 millones de años, y en el Atlántico todos tienen menos de 200 millones de años. Cuando se formaron, ya todos los grandes ramales de animales habían aparecido y prosperado. Fueron, pues, colonizados por *phyla* ya existentes. Nunca han dado lugar por ellos mismos a formas vivas radicalmente nuevas. (Naturalmente, estamos hablando según el estado actual de nuestros conocimientos. No se puede excluir que, en los años por venir, los oceanógrafos hagan algún descubrimiento excepcional en los abismos: estos fondos siguen siendo lo bastante misteriosos como para descartar esta hipótesis.)
La fauna abisal se constituyó probablemente de dos formas. Por una parte, ciertos animales que vivían en las inmediaciones de la superficie se hundieron cada vez más, expulsados de las aguas superficiales por competidores mejor armados, o porque encontraron en los abismos nichos ecológicos que les convenían más. Por otra parte, dado que las aguas profundas están frías, no sería sorprendente que los animales abisales hayan tenido por antepasados, en buen número de casos, a especies afincadas en los mares polares, y que se habrían hundido en las profundidades tras un recalentamiento del clima.
Como es natural, cuando los animales colonizan las capas inferiores del océano, su evolución no se interrumpe, sino que prosigue activamente. Los profesores Hessler, Wilson y Thistle han estudiado, desde este punto de vista, pequeños crustáceos bentónicos del grupo de los isópodos, especialmente los del género *Janiroidea*. Estos animales se encuentran en todas las aguas, desde las zonas costeras hasta los grandes fondos. Los biólogos han comprobado que, de forma general, cuanto más se desciende más evolucionadas están las especies que se encuentran, es decir, más estrechamente se han especializado. A veces, incluso, la evolución de las especies profundas pone en tela de juicio la existencia de ciertos órganos esenciales: muchos isópodos abisales están ciegos. Pero esta ley posee sus excepciones: algunos isópodos de los fondos tienen aparatos oculares perfectamente funcionales. Esto tiende a probar que, además de la evolución propia que se lleva a cabo en los abismos, los isópodos de la superficie continúan colonizando lentamente las partes inferiores del océano.
Dos hermanos, los profesores Moniot, han estudiado atentamente el origen de las ascidias abisales (estos animales, que forman parte de la subclase de los tunicados y de la clase de los urocordados, pertenecen al *phylum* de los procordados). Y llegaron a similares conclusiones: las ascidias de los abismos tienen un doble origen. Algunas proceden de antiguos géneros, habiendo evolucionado ampliamente en las capas inferiores del mar. Las otras derivan de géneros que se encuentran normalmente cerca de la superficie, y que continúan colonizando los fondos.
Entre los crustáceos, la langosta de las profundidades *Eryonidea* no tiene parientes cercanos que vivan cerca de la superficie; en contrapartida, se conocen numerosos de sus colaterales fósiles. Lo mismo ocurre con el molusco monoplacóforo *Neopilina galatheae*. Este animal, pescado a 3.650 metros de profundidad por el barco oceanográfico danés *Galatea*, es el último superviviente de un linaje abundante representado en la era Primaria, y que se creía extinguido hasta que fue encontrado nuevamente en aguas del Pacífico frente a Costa Rica.



La «Neopilina». *El* phylum *de los moluscos comprende siete clases. La de los monoplacóforos era considerada por los especialistas como totalmente extinguida a partir del Devónico. Pero en 1952, la expedición oceanográfica danesa del* Galatea, *con gran sorpresa de los zoólogos de a bordo, encontró un ejemplar, auténtico fósil viviente a 3.650 metros de profundidad en aguas del Pacífico próximas a Costa Rica. Esta especie fue llamada* Neopilina galatheae. *El dibujo de la derecha muestra la cara ventral y el manto (a), la cara dorsal (b) y la boca (c) de este animal.*

REFERENCIAS FOTOGRÁFICAS

Michael Abbey. Académie des Sciences, Lisbonne. Paolo Arata. Azienda Valli Comacchio. P. Baguzzi/Archives Fabbri. Bibliothèque Ambrosienne, Milan. Bighini/Archives Fabbri. British Museum, Londres. David K. Caldwell. D. Cavadini/Overseas. Civica Raccolta Di Stampe Bertarelli, Milan. Ben Cropp. Paolo Curto/Action Press Photo Agency-Milan. Piero Di Gregorio. Jack Drafahl. Dulevant. Harold Edgerton. Fao. Foto E.P.S. Foto Sub de R. Maltini Et P. Solaini. Fram Museum/Mittet Foto. Il Gabbiano. G.S. Giacomelli. Andrea Ghisotti/Overseas. Al Giddings/Sea Films, Inc. Enrico Giovenzana. Filippo Giunta. Gli Esploratori-Longanesi. Graphische-Sammlung Albertina, Vienne. Carmelo Guadagno/American Geographical Society, Harbor Branch Found. International Society For Educational Information, Inc. Ki-Kvei Bldg, 7-8. Shintomi, 2 - Chome, Chuo-Ku, Tokyo, Japón. Japan Trade Center. Kraft. Aquaculture. Library of Congress, Washington. Livre das Armadas. Angela Maccaluso. Aldo Margiocco. Umberto Marzani. J. W. Mcbeth. Mitchel Library, Sydney. R. C. Murphy. Musée De la Marine. Museo Di Storia Della Scienza, Florence. National Maritime Museum. Nederlands Historisch Scheepvaartmuseum, Amsterdam. New York Public Library. Office Of Naval Research And Bureau Of Land Management. Orion Press. Daniele Pellegrini. Lino Pellegrini. Christian Petron. Carl Roessler. Alberto Romeo. Royal Geographical Society. Sages. Foto Sani. Roberto Sequi. Peter Scoones. Scripps Institute of Oceanography. Ettore Tibaldi. Foto U.S.I.S., U.S. Navy. Woods Hole Oceanographic Inst. Woods Hole, Ma., USA.

ILUSTRADORES

Luigi Cominetti. Enzo Giglioli. Gabriele Pozzi. Phograf S.N.C. Tiger Tateishi. Masayoshi Yamamoto.

OUSTEAU 13 ENCICLOPEDIA DEL MAR folio